



Demande d'évaluation de la robustesse et de la portée des résultats de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! »¹ pour l'évaluation des distances de sécurité des riverains

Saisine 2022-SA-0040 « Pesticides dans l'air » - Générations Futures

RAPPORT

d'appui scientifique et technique

GT « PHYTOPHARMACOVIGILANCE (PPV) – SOUS-GROUPE CONTAMINATION DES MILIEUX »

CES « SUBSTANCES ET PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES, BIOCONTROLE »

MARS 2023

1 Rapport d'étude publié par Générations Futures en février 2022

Citation suggérée

Anses. (2023). Demande d'évaluer la robustesse et la portée des résultats de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! » pour l'évaluation des distances de sécurité des riverains (saisine 2022-SA-0040). Maisons-Alfort : Anses, 78 p.

Mots clés

Pesticides, air, capteurs, situation de proximité, ZNT.

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, intuitu personae, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

Les travaux objets du présent rapport concernant les questions 1 et 2 (décrites ci-après) ont été traités par le GT PPV.

GROUPE DE TRAVAIL PHYTOPHARMACOVIGILANCE – SOUS-GROUPE « CONTAMINATION DES MILIEUX »

Président

Mme Carole BEDOS – Chargée de recherche en émission des produits phytopharmaceutiques

Membres

Mme Hélène BLANCHOU – Chercheure en chimie de l'environnement

M. Miguel NICOLAÏ – Expert substances toxiques

Mme Sylvie COTELLE – Chercheure en écotoxicologie

Mme Gwenaëlle LAVISON-BOMPARD – Chercheure en chimie analytique

M. Benoît FRIBOURG-BLANC – Expert bancarisation et traitement statistique de la donnée environnementale

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Fabrizio BOTTA – Adjoint au chef d'unité UPPV (Unité Phytopharmacovigilance) – Anses

Contribution scientifique

M. Adrien JEAN – Coordinateur thème « pratiques culturelles » unité UPPV – Anses

Mme Garance MARQUET – Coordinatrice du sous-groupe « contamination des milieux » du GT PPV, unité PPV – Anses

M. Thomas QUINTAINE – Coordinateur transversal du GT PPV, unité PPV – Anses

M. Ohri YAMADA – Chef d'unité UPPV – Anses

Secrétariat administratif

M. Régis MOLINET – Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Equipe projet de Générations Futures

Mme Pauline CERVAN – Toxicologue

M. Jean-Louis PIVAN – Bénévole qui a mis en œuvre le dispositif de prélèvement sur le terrain
M. François VEILLERETTE – Porte-parole

CONSULTATIONS EXTÉRIEURES À L'AGENCE

Objet de la contribution : « appui pour l'appréciation du protocole en tant que partenaire Air Ambiant pour la Phytopharmacovigilance »

LCSQA – Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
ATMO France

Les travaux objets du présent rapport concernant la question 3 ont été adoptés par le CES suivant lors de sa séance du 14/03/2023.

CES « SUBSTANCES ET PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES, BIOCONTROLE »

Président

M. Jean-Ulrich MULLOT – Pharmacien militaire (Service de santé des Armées). Spécialité : Toxicologie, Evaluation des risques, Réglementation, Radionucléides, Chimie Analytique

Vice-président

M. Christian GAUVRIT – Retraité de l'Institut national de la recherche agronomique - INRA. Spécialité : Efficacité, Herbicides, physiologie végétale, adjuvants, formulants

Membres

M. Marc BARDIN – Directeur de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Efficacité, Biocontrôle, phytopathologie, microbiologie

M. Enrique BARRIUSO – Directeur de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Environnement, devenir, transferts, sols, chimie

M. Philippe BERNY – Enseignant – Chercheur (Vetagro Sup). Spécialité : Ecotoxicologie, oiseaux et mammifères

Mme Marie-France CORIO-COSTET – Directrice de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Efficacité, fongicides, herbicides, vigne, résistance, stimulateurs des Défenses des Plantes, Biocontrôle,

M. Jean-Pierre CUGIER – Retraité du Ministère de l'agriculture, Senior Scientific Officer (Autorité européenne de sécurité des aliments) jusqu'au 30/09/2016. Spécialité : Résidus et sécurité consommateur

M. Marc GALLIEN – Chargé de mission (MSA). Spécialité : Application des produits phytopharmaceutiques, Exposition des opérateurs et des travailleurs, Analyse des conséquences sur la santé humaine des expositions aux produits phytopharmaceutiques

Mme Sonia GRIMBUHLER – Chercheuse (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Evaluation de l'exposition des agriculteurs - Machinisme agricole - Mesurage de terrain

Mme Guillermina HERNANDEZ RAQUET – Directrice de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Microbiologie, écologie microbienne, biodégradation, chimie analytiques, polluants persistants, écotoxicologie, biotechnologie

M. François LAURENT – Chargé de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Métabolisme, résidus composés organiques, Contamination de l'environnement, Physiologie Végétale

Mme Laure MAMY – Directrice de recherche (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE). Spécialité : Devenir des pesticides dans environnement – Modélisation

M. Patrick SAINDRENAN – Retraité du Centre national de la recherche scientifique – CNRS. Spécialités : Phytopathologie, Fongicides, Stimulateurs des Défenses des Plantes, Modes d'action, Biocontrôle, Métabolisme de résidus de pesticides dans les végétaux

Mme Jeanne STADLER – Consultante en Toxicologie, Retraîtée du Centre de recherche Pfizer. Spécialité : Toxicologie de la reproduction

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations.....	8
Liste des tableaux	9
Liste des figures.....	10
1 Contexte, objet et modalités de réalisation des travaux	11
1.1 Contexte	11
1.2 Objet de la demande	12
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	13
2 Rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »	13
2.1 Méthode	14
2.1.1 Choix des capteurs pour les prélèvements.....	14
2.1.2 Choix du lieu	14
2.1.3 Calendrier de prélèvement.....	15
2.1.4 Analyses	16
2.2 Résultats.....	17
2.3 Données complémentaires transmises par Générations Futures	20
3 Adéquation entre les objectifs, les choix méthodologiques et les résultats.....	21
3.1 Analyse de la configuration du site	21
3.2 Choix des capteurs	22
3.3 Interprétation des données avec prise en compte des performances analytiques.....	24
3.4 Usages potentiels des substances identifiées.....	28
3.5 Analyse de l'effet de la direction du vent sur la contamination observée par les différents capteurs	32
4 Analyse de la capacité de l'étude à répondre à ses objectifs.....	35
5 Mise en perspective de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! » par rapport aux données disponibles à la Phytopharmacovigilance	39
5.1 Comparaison des résultats de l'étude (situation de proximité) avec les données de surveillance des pesticides dans l'air de la Campagne nationale exploratoire sur les pesticides dans l'air ambiant (situation de fond).....	39
5.1.1 Limites de la comparaison de données de la CNEP avec celles de Générations futures	41
5.1.2 Substances avec usages pommes de terre autorisés lors de l'étude Générations Futures	42
5.1.3 Substances avec usages maïs autorisés lors de l'étude Générations Futures.....	44
5.1.4 Substances avec d'autres usages autorisés (pas d'usage autorisé sur pommes de terre et maïs).....	46
5.1.5 Substances sans usage autorisé en 2021	49

5.2	Apport par rapport à d'autres études sur les distances de sécurité	52
6	Evaluation de la faisabilité de comparer les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec les niveaux d'exposition estimés pour les résidents et les personnes présentes dans le cadre de la procédure d'AMM (Règlement (CE) N° 1107/2009).....	55
6.1	Approche globale de l'évaluation applicable aux personnes susceptibles d'être exposées dont les personnes présentes et les résidents.....	56
6.2	Principe de la méthodologie des estimations des expositions des résidents et des personnes présentes.....	57
6.3	Evaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes.....	61
6.4	Evaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes : prise en compte des valeurs mesurées dans l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » et dans les données de surveillance	62
6.5	Conclusions et recommandations	63
7	Conclusions générales.....	64
8	Bibliographie.....	71
8.1	Normes.....	71

Sigles et abréviations

AASQA : Association agréée de surveillance de la qualité de l'air

AMM : Autorisation de mise sur le marché (au sens du règlement (CE) n°1107/2009)

ASE : Extraction accélérée par solvant

CNEP : Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air

GÉNÉRATIONS FUTURES : Générations futures

GT : Groupe de travail

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

LCSQA : Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air

PAS : Passive air samples

PBDE : Polybromodiphényléthers

PCB : Polychlorobiphényles

PFAS : Per- et polyfluoroalkylées

PRC : Performance reference compounds (composés de référence)

PUF : Polyurethane foam disks

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des performances analytiques et impact sur la significativité des résultats pour les 20 substances détectées	26
Tableau 2 : Hypothèses concernant les applications potentielles des substances quantifiées sur la zone d'étude au moment des prélèvements (Nord de la France).	29
Tableau 3 : Extraction des ventes BNV-D sur la commune de l'étude de Générations futures pour 2020.....	31
Tableau 4 : Comparaison des résultats entre cette étude et la CNEP pour les 4 substances interdites en 2021 et détectées dans l'étude de Générations Futures (valeurs de l'étude de Générations Futures exprimées en ng)	49
Tableau 5 : Comparaison des caractéristiques et principales différences entre l'étude de Générations Futures et l'étude PROPULPPP en Belgique	53

Liste des figures

Figure 1 : Présentation de la position des capteurs. Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »	14
Figure 2 : Dates des périodes de prélèvement. Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »	15
Figure 3 : Liste des substances actives recherchées par l'Anses dans le cadre de cette étude.	16
Figure 4 : Résultats bruts pour les 20 substances détectées au cours des 6 campagnes sur le capteur 2 (bord de champ, 1 mètre de la parcelle)	17
Figure 5 : Résultats bruts pour les 16 substances détectées au cours des 6 campagnes sur le capteur 1 (33 mètres de la parcelle)	17
Figure 6 : Comparaison de l'exposition aérienne aux pesticides en nanogrammes piégés pendant 6 périodes de 3 semaines du 16 mai au 19 septembre 2021 à 1 et 33 m d'un champ de pommes de terre (département 59). Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »	18
Figure 7 : Comparaison des taux de pesticides piégés par les 2 capteurs.	19
Figure 8 : Comparaison de l'exposition aérienne aux pesticides en nombre de pesticides différents piégés pendant 6 périodes de 3 semaines du 16 mai au 19 septembre 2021 à 1 et 33 m d'un champ de pommes de terre (département 59). Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »	19
Figure 9 : Actualisation de la carte présentant les distances des capteurs par rapport aux parcelles (à gauche le schéma présenté dans le rapport de Générations Futures, mis à l'échelle (à droite) au regard des distances transmises par Générations Futures après l'audition	21
Figure 10 : Description du mode de fonctionnement du capteur d'air passif (Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »)	23
Figure 11 : Direction des vents mesurée à l'aéroport de Lille-Lesquin lors de la première campagne (16 mai – 6 juin 2021)	33
Figure 12 : Direction des vents mesurée à l'aéroport de Lille-Lesquin lors des autres 5 périodes	34
Figure 13 : Descriptif du site de West-Cappel (dans un rayon de 5 km), situé dans le même département que le site de Générations Futures	40
Figure 14 : Exemple de site complexe pour déterminer nettement un profil agricole dominant (dans ce cas, la vigne est dominante, même si les grandes cultures sont très importantes).41	

1 Contexte, objet et modalités de réalisation des travaux

1.1 Contexte

La protection de différentes catégories de personnes susceptibles d'être exposées, et notamment les résidents et personnes présentes, lors de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques fait partie des missions de l'Anses. L'Agence estime l'exposition et évalue les risques pour la santé des travailleurs, opérateurs, résidents et personnes présentes (des « riverains ») et des consommateurs dans le cadre des autorisations de mise sur le marché. Elle a aussi comme priorité d'améliorer les connaissances sur l'impact réel du recours à ces mêmes produits en agriculture sur la santé humaine et environnementale dans le cadre notamment de la phytopharmacovigilance (PPV), qui apporte à l'évaluation des risques des informations complémentaires de celles présentes dans les dossiers de demande des pétitionnaires (firmes phytopharmaceutiques le plus souvent).

L'évaluation des produits phytopharmaceutiques, réalisée *ex ante* par l'Anses dans le cadre des autorisations de mise sur le marché, prend en compte l'exposition des personnes présentes et des résidents, sur la base d'une méthodologie harmonisée au niveau européen par l'EFSA, l'autorité européenne en charge de la sécurité sanitaire des produits phytopharmaceutiques à l'échelle européenne.

Plusieurs situations d'exposition sont prises en compte² : les expositions par voie cutanée et par inhalation dues à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit, les expositions par contact avec les zones et les objets contaminés lors de la pulvérisation et la présence d'aérosols, et tout particulièrement l'exposition des enfants et des personnes sensibles dans les zones contaminées par la pulvérisation (contamination orale par transfert main-bouche ou objet-bouche).

Ces estimations se basent sur des modèles d'exposition qui sont notamment définis à partir de mesures en conditions réelles d'utilisation sur différents types de cultures. Ces modèles ont été établis pour du matériel de pulvérisation pouvant intégrer une réduction de la dérive, il est à noter qu'il existe actuellement des dispositifs plus performants de réduction de la dérive que ceux ayant servi à caler les modèles.

Pour chaque dossier d'évaluation en vue d'une autorisation de mise sur le marché, l'exposition des personnes présentes et des résidents est estimée à des distances de 3, 5 et 10 m pour des applications avec un pulvérisateur à rampe dans le cas des grandes cultures, et à une distance de 10 m pour les vergers et les vignes avec un pulvérisateur à jet porté (pulvérisation vers le haut). En ce qui concerne les autres méthodes d'application, une méthodologie d'évaluation dédiée doit être utilisée.

Dès lors que l'exposition ainsi estimée met en évidence un risque pour la santé humaine, aucune autorisation de mise sur le marché ne peut être délivrée. En particulier, quand l'exposition estimée dépasse la valeur toxicologique de référence en intégrant une distance de sécurité de 10 m, le produit n'est pas autorisé.

A partir de cette méthodologie d'évaluation, il est possible de définir des distances de sécurité pour réduire l'exposition des riverains et l'Anses intègre des distances minimales à respecter

² Voir notamment <https://www.anses.fr/fr/system/files/PHYTO2019SA0020.pdf>

dans chaque nouvelle décision d'autorisation de mise sur le marché depuis l'application de la méthodologie de l'Efsa de 2016 applicable à compter de 2018.

Dans son avis publié le 14 juin 2019³, et dans l'attente des modifications de l'ensemble des autorisations de mise sur le marché en vigueur, l'Anses avait recommandé que des distances de sécurité minimales soient fixées à des valeurs au moins égales aux distances prises en compte dans l'évaluation, et augmentées par mesure de précaution pour les produits contenant des substances actives pour lesquelles des effets cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction sont supposés ou suspectés.

Par ailleurs, l'Anses a mis en place un dispositif unique en Europe afin de surveiller en permanence les éventuels effets indésirables des produits phytosanitaires sur la santé ou l'environnement. Ce dispositif de phytopharmacovigilance (PPV) s'appuie sur les signalements par les professionnels de santé, les médecins, les utilisateurs, ainsi que sur la surveillance d'un ensemble de paramètres comme la présence de produits phytopharmaceutiques dans l'eau, dans l'air, dans les sols, dans l'alimentation ou la santé animale.

Enfin, tout élément nouveau concernant notamment des effets indésirables d'un produit peut entraîner, en fonction de l'analyse de leur sévérité et de la force du lien avec l'exposition à un produit précis, le réexamen de l'autorisation de mise sur le marché. L'Anses l'a déjà fait pour plusieurs produits qui ont été retirés du marché, notamment les produits à base de chlorpyrifos-éthyl, glufosinate ou métam-sodium.

Dans ce contexte, l'Anses a été saisie en février 2022 par Générations Futures pour analyser l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » réalisée en 2021 et statuer sur l'apport des résultats de cette étude pour la définition des zones non traitées (ZNT) destinées à protéger les riverains.

Remarque : le terme de ZNT est ici peu adapté au regard des méthodologies d'évaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes et il s'agit bien de distances de sécurité vis-à-vis de ces populations, le terme ZNT existant par ailleurs dans la législation sur l'étiquetage des produits phytopharmaceutiques qui prévoit par exemple une mention Spe3 " Pour protéger les organismes aquatiques, respecter une zone non traitée de 5 m par rapport au point d'eau. "

1.2 Objet de la demande

Dans le cadre de cet appui scientifique et technique, le groupe de travail « phytopharmacovigilance » (GT PPV) a été sollicité pour expertiser les données produites afin de :

- 1) Procéder à l'évaluation du protocole de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » et de la portée de ses résultats ;
- 2) Mettre en perspective, si cela s'avère possible, les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec les résultats d'autres campagnes de mesures, en particulier la CNEP (campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air), les autres campagnes menées par les AASQA (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air) et d'autres études disponibles dans la bibliographie.

³ <https://www.anses.fr/fr/system/files/PHYTO2019SA0020.pdf>

Pour ce qui concerne la partie évaluation des risques, le comité d'experts spécialisé « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle » a été sollicité pour répondre à la question :

3) Evaluer la faisabilité de comparer les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec les niveaux d'exposition estimés pour les résidents et les personnes présentes dans le cadre de la procédure d'AMM (Règlement (CE) N° 1107/2009).

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'Anses a confié l'instruction des questions 1 et 2 de cette saisine au groupe de travail « Phytopharmacovigilance » (GT PPV), plus particulièrement au sous-groupe « contamination des milieux ».

La réponse à la question 3 relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ». Les travaux ont été présentés au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Ils ont été adoptés par le CES « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle » réuni le 14 mars 2023.

Ces travaux sont issus de collectifs d'experts aux compétences complémentaires (métrologues de l'environnement, experts sur le transfert des pesticides dans l'air, chimistes, etc.).

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) ».

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet du ministère en charge des solidarités et de la santé (<https://dpi.sante.gouv.fr>).

2 Rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »

Cette section reprend les principales informations fournies dans le rapport de Générations Futures, « Pesticides c'est dans l'air, quelle dérive des pesticides et quelle efficacité réelle d'une Zone Non Traitée de 10 mètres ? ». Avec cette étude, Générations Futures a voulu en savoir plus sur la dérive des pesticides et sur l'efficacité réelle d'une ZNT de 10 mètres par rapport à cette dérive. Pour cela, Générations Futures a cherché à connaître les substances actives de pesticides retrouvées dans l'air près de zones cultivées du département du Nord, à comprendre comment les quantités retrouvées variaient au cours du temps et à déterminer la proportion de la quantité piégée en limite de champ à une distance de 30 mètres.

2.1 Méthode

2.1.1 Choix des capteurs pour les prélèvements

Générations Futures a réalisé des prélèvements d'air à l'aide de capteurs passifs Tisch 200 PAS acquis auprès de la société Ecomesure. Ces capteurs, de type passif, sont conçus pour une utilisation extérieure. Ils sont protégés par une enceinte en acier inoxydable et hébergent une mousse en polyuréthane (PUF) insérée sur un support à l'intérieur du capteur qui va fixer les polluants présents dans l'atmosphère pendant tout le temps où le dispositif est installé. Ils permettent notamment de connaître les quantités cumulées de pesticides piégées pendant toute la durée d'exposition, avec des résultats exprimés en masse de pesticide (ng).

Générations Futures a justifié l'utilisation de ce type de capteur par le fait qu'il permet de connaître les quantités cumulées déposées sur les mousses pendant un temps donné et qu'il permet de comparer les quantités retrouvées par différents capteurs situés à des endroits différents. Générations Futures a ainsi cherché à comparer les quantités de pesticides ainsi piégées par des préleveurs localisés à deux endroits différents.

Le capteur avec sa mousse PUF et son support de mousse purifié est fixé à l'aide d'une équerre adaptée sur un piquet à une hauteur d'environ 2 mètres.

Dans son rapport, Générations Futures justifie par ailleurs ce choix de matériel en raison de sa capacité à échantillonner à faible coût de nombreux polluants volatils ou semi-volatils dans l'air. A titre d'exemple, des références aux mesures des PFAS, des vapeurs de mercure, des PCB, des PBDE ou des pesticides sont cités. L'Agence américaine de Protection de l'Environnement (US-EPA) les utilise pour sa part dans de nombreuses situations. C'est également le cas de différentes ONG environnementales (par exemple en Allemagne).

2.1.2 Choix du lieu

Générations Futures a choisi de réaliser ces mesures dans le département du Nord. À cette fin, des relais locaux du département ont sélectionné un terrain privé bordé sur deux côtés (Est et Sud) par un champ de pommes de terre et sur un côté (O) par un champ de maïs. Dans le rapport de Générations Futures, la configuration des capteurs est précisée de la manière suivante (Figure 1) : le capteur 1 était situé à environ 33 mètres du champ de pommes de terre situé à l'Est et le capteur 2 à moins d'un mètre du même champ.

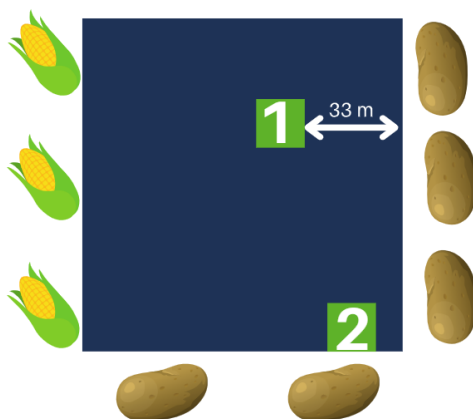


Figure 1 : Présentation de la position des capteurs. Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »

D'après les informations transmises par Générations Futures, la propriété possède un jardin potager mais aucun des pesticides recherchés dans le cadre de cette enquête n'y a été utilisé en 2021 d'après le jardinier (un particulier) interrogé par les représentants locaux de l'association.

2.1.3 Calendrier de prélèvement

La campagne de prélèvements a commencé le 16 mai 2021 pour 18 semaines jusqu'au 19 septembre 2021. La campagne a été divisée en 6 périodes de 3 semaines, les mousses des deux capteurs étant changées simultanément toutes les 3 semaines. Elle s'est déroulée selon le calendrier suivant (Figure 2).

Numéro de périodes de prélèvement	Dates de mise en place des mousses	Date de retrait des mousses exposées avant envoi au laboratoire
1	16 mai	6 juin
2	6 juin	27 juin
3	27 juin	18 juillet
4	18 juillet	8 aout
5	8 aout	29 aout
6	29 aout	19 septembre

Figure 2 : Dates des périodes de prélèvement. Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »

Si certaines études préconisent de changer les mousses toutes les 6 semaines ou plus (voir par exemple Jaward *et al.* 2004), Générations Futures a choisi, par précaution, de ne les laisser que 3 semaines (en suivant l'exemple de la méthodologie suivie dans la publication de l'Umweltinstitut München⁴ en 2018) afin d'éviter toute saturation des mousses qui pourrait fausser la comparaison des résultats obtenus dans les deux préleveurs.

Les mousses neuves ont été purifiées par le laboratoire lanesco. Les supports de mousse ont également été purifiés par lanesco entre chaque période de prélèvements pour éviter toute contamination des mousses. Le matériel ainsi purifié était renvoyé par lanesco avant chaque mise en place de nouvelle mousse/nouveau support. Le matériel était manipulé par les relais locaux de Générations Futures avec des gants en nitrile neufs pour éviter toute contamination.

Les mousses exposées pendant 3 semaines ont été prélevées par les opérateurs portant des gants en nitrile pour éviter toute contamination des échantillons, emballées dans un double emballage et mises au frais avant d'être expédiées dans les 24 h au laboratoire lanesco chargé des analyses.

⁴ Institut de l'environnement de Munich

L'expédition a été faite dans un emballage isotherme (glacière de type Coolbox) avec des briquettes congelées afin de maintenir la température la plus fraîche possible tout le long du trajet. L'expédition au laboratoire a été réalisée par transporteur rapide afin de garantir un acheminement le plus rapide possible. Ces précautions visaient à assurer un maintien des mousses à température très basse et une analyse rapide afin de minimiser toute dégradation des molécules piégées dans les mousses. Pour chaque période, les mousses des capteurs 1 et 2 ont été prélevées et expédiées en même temps dans le même emballage, afin de garantir des conditions de températures identiques pour les deux échantillons afin de ne pas fausser la comparaison entre les résultats des 2 capteurs.

2.1.4 Analyses

Les 75 molécules recherchées sont les mêmes que celles de la campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant (CNEP, 2018-2019) recherchées sur l'ensemble du territoire national (Figure 3).

Mirex	Acetochlore	Bifenthrine	Prosulfocarbe	Quinmércac	Fénarimol	Oxyfluorène
Aldrine	Diméthénamide	Cyperméthrine	Pyrimicarbe	Boscalid	Fenpropidine	Pendiméthaline
Chlordane	Metazachlore	Deltaméthrine	Triallate	Bromadiolone	Fipronil	PBO
Chlordécone	Métolachlore	Etofenprox	Cyproconazole	Bromoxynil octanoate	Fluazinam	Prochloraze
Dicofol	Propyzamide	Lambda Cyhalothrine	Difénoconazole	Butraline	Flumétraline	Pyriméthanol
Dieldrine	Chlorpyrifos Ethyl	Permethrine	Epoxiconazole	Chlorothalonil	Fluopyram	Spiroxamine
Endrine	Chlorpyrifos methyl	Diuron	Myclobutanil	Clomazone	Folpet	Tembotrione
Heptachlore	Diméthoate	Linuron	Tébuconazole	Cymoxanil	Iprodione	Tolyfluanide
Lindane	Ethion	Tébutiuron	Triadiménol	Cyprodinil	Métamitron	Trifloxystrobine
Metribuzine	Ethoprophos	Carbétamide	2,4 D	Dicloran	Oryzalin	Pentachlorophenol
Terbutryne	Phosmet	Chlorprophame	2,4DB	Diflufénicanil	Oxadiazon	Lénacil

Figure 3 : Liste des substances actives recherchées par IANESCO dans le cadre de cette étude.

Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »

Les analyses ont été effectuées par le laboratoire IANESCO. Les échantillons à analyser issus des mousses PUF TE-1014 ont été préparés au laboratoire IANESCO par la méthode d'extraction accélérée par solvant (ASE) avec du dichlorométhane sous pression et à 90 °C. L'extrait a été conservé à -18 °C +/- 5 °C pendant au maximum 30 jours avant analyse. Deux méthodes d'analyses ont été ensuite mises en œuvre pour un même échantillon :

- Chromatographie en phase gazeuse, couplée à la spectrométrie de masse triple quadripôle (GC/MSMS) ; analyse sur colonne capillaire apolaire avec gradient de température du four ; étalonnage externe avec quantification sur plusieurs transitions ;
- Chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC/MS-MS) ; analyse en mode phase inverse avec gradient de solvants et détection en mode ESI positif et en mode ESI négatif ; étalonnage externe ; quantifications sur plusieurs transitions.

2.2 Résultats

Les résultats sont présentés pour les 6 périodes de prélèvements dans les tableaux synthétiques ci-dessous réalisés par Générations Futures à partir des rapports transmis par l'Anses pour chaque période de prélèvements/analyses (Figure 4 et Figure 5).

Périodes ->	Préleveur 2 (en bordure de champ)						Totaux	Moyennes par période
	1	2	3	4	5	6		
Molécules quantifiées (ng piégés)								
Lindane	12	14				6,1		
Métribuzine	76	11						
Diméthénamide	840	39						
Métolachlore	380	170	45	7,8				
Propyzamide	32	65	13	11	66			
Prosulfocarbe	17000	730	120	30				
Triallate	120	48	32	12	21	16		
Chlorothalonil	270		42	53	70			
Clomazone	590	89				29		
Fluopyram	27							
Pendiméthaline	700	220	67	31	27	15		
Pyriméthanol	15	110	420	29	11			
Chlorpyrifos éthyle		20	10					
Cymoxanil		Présence	Présence	Présence	Présence	Présence		
Cyprodinil		18	13			18		
Fluazinam		120	260	770	810	550		
Diféconazole				29	27			
Métazachlore						15		
Phosmet						86		
2,4 DB						25		
Quantités totales quantifiées (ng) par période	20062	1654	1022	972,8	1050	742,1	25502,9	4250,4
Nombre de matières actives quantifiées par période	12	14	11	10	9	9	65	10,8

Figure 4 : Résultats bruts pour les 20 substances détectées au cours des 6 campagnes sur le capteur 2 (bord de champ, 1 mètre de la parcelle)

Périodes ->	Préleveur 1 (à 33 m du champ)						Totaux	Moyennes par période
	1	2	3	4	5	6		
Molécules quantifiées (ng piégés) :								
Lindane	13	7,9	6,5	7,5		5		
Métribuzine	73							
Diméthénamide	770							
Métolachlore	330	130	29	8,9				
Propyzamide	15							
Prosulfocarbe	7300	360	79					
Triallate	91	33	22	11	12	14		
Chlorothalonil	99		110	125	75			
Clomazone	300	28						
Fluopyram								
Pendiméthaline	550	120	37	14				
Pyriméthanol		61	310	18				
Chlorpyrifos éthyle		13	16					
Cymoxanil		Présence	Présence	Présence	Présence	Présence		
Fluazinam		45	81	960	770	430		
PBO						11		
Quantités totales quantifiées (ng) par période	9541	797,9	690,5	1144,4	857	460	13490,8	2248,4
Nombre de matières actives quantifiées par période	10	10	10	8	4	5	47	7,8

Figure 5 : Résultats bruts pour les 16 substances détectées au cours des 6 campagnes sur le capteur 1 (33 mètres de la parcelle)

Sur les 75 pesticides recherchés, 20 pesticides ont été détectés et quantifiés au moins une fois dans le capteur 2 alors que 16 ont été retrouvés au moins une fois dans le capteur 1. Le

PBO a été retrouvé uniquement dans le capteur 1 alors que le fluopyram, le cyprodinil, le diféconazole, le métazachlore, le phosmet et le 2,4-DB ont été retrouvés uniquement dans le capteur 2.

A noter que l'analyse du cymoxanil a été considérée comme non robuste par IANESCO (rendement et coefficient de variation très élevés ; contrôles internes non valides) ; les résultats indiqués dans les Figure 4 et Figure 5 sont donc uniquement indiqués en « présence » ou « absence ». Aucune donnée concernant les quantités de cymoxanil n'a été prise en compte dans le rapport de Générations Futures. En revanche, quand le cymoxanil a été trouvé « présent », il a bien été comptabilisé comme une molécule quantifiée (capteurs 1 et 2).

Les quantités totales de pesticides piégées dans chaque capteur durant les 6 périodes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 6) dans le rapport de Générations Futures.

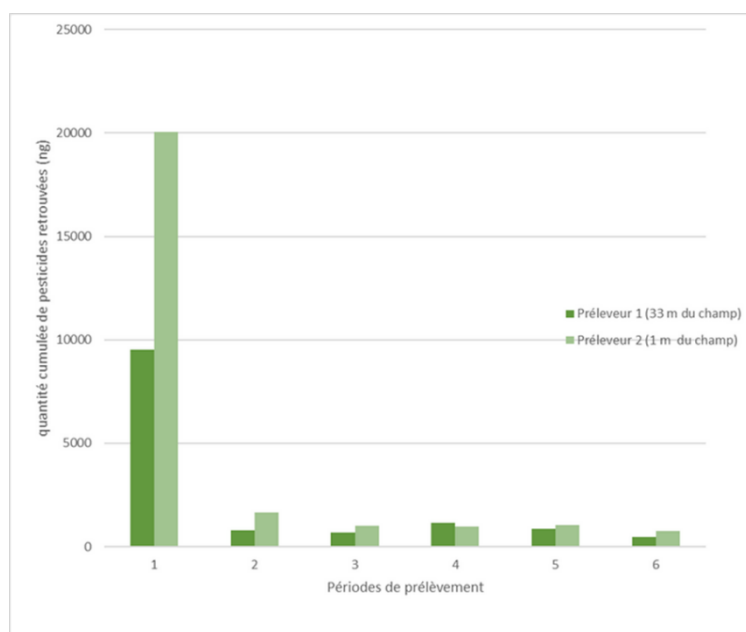


Figure 6 : Comparaison de l'exposition aérienne aux pesticides en nanogrammes piégés pendant 6 périodes de 3 semaines du 16 mai au 19 septembre 2021 à 1 et 33 m d'un champ de pommes de terre (département 59). Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »

Pour 5 périodes sur 6, les quantités totales de pesticides piégées dans le capteur 2 sont supérieures à celles piégées dans le capteur 1. Au cours de la période 4, le capteur 1 a piégé en masse plus de pesticides que le capteur 2. Dans son rapport, Générations Futures a également présenté les résultats en sommes de quantités sur l'ensemble de la période d'échantillonnage : le capteur 1 a piégé 13 490,8 ng de pesticides, contre 25 502,9 ng pour le capteur 2. La quantité totale piégée par le capteur 1 représente 52,9 % de la quantité totale piégée par le capteur 2 et 34,5 % de la quantité totale de pesticides piégée par les deux capteurs sur toute la période (Figure 7).

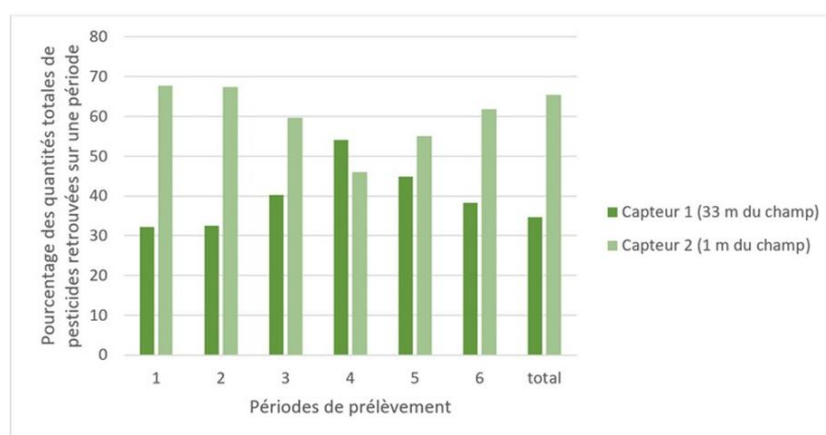


Figure 7 : Comparaison des taux de pesticides piégés par les 2 capteurs.

Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »

Les données analysées par pesticide individuel montrent des comportements qui peuvent être assez hétérogènes selon les différentes molécules sans que les informations disponibles ne permettent à Générations Futures à ce stade d'en tirer des conclusions. Les nombres de pesticides différents piégés dans chaque capteur durant les 6 périodes sont représentés dans le graphique ci-dessous (Figure 8):

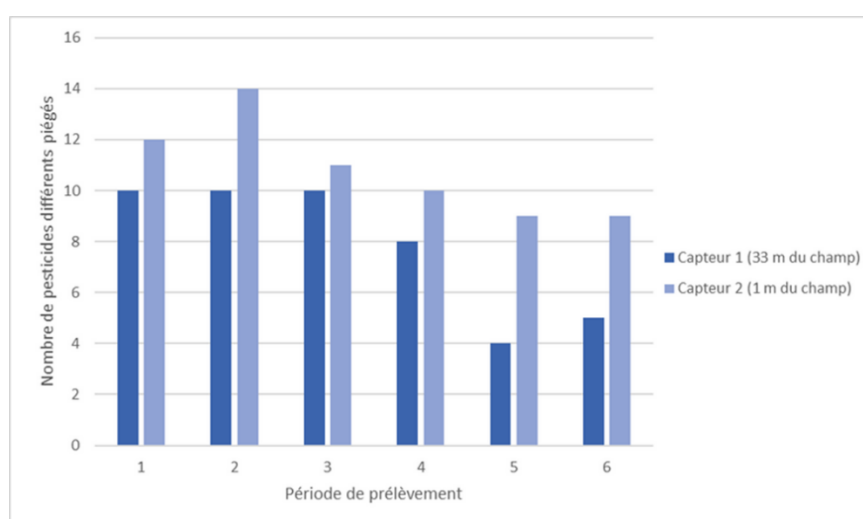


Figure 8 : Comparaison de l'exposition aérienne aux pesticides en nombre de pesticides différents piégés pendant 6 périodes de 3 semaines du 16 mai au 19 septembre 2021 à 1 et 33 m d'un champ de pommes de terre (département 59). Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air ! »

Générations futures exploite ces résultats en comparant les deux sites selon différents critères : le nombre de pesticides différents piégés et la somme des quantités de chaque pesticide pour chaque période d'échantillonnage. Pour toutes les périodes, le capteur 2 a détecté et quantifié plus de pesticides différents que le capteur 1.

2.3 Données complémentaires transmises par Générations Futures

Une audition de l'équipe de Générations Futures ayant réalisé ce travail a été menée le 22 juin 2022. Cette audition a permis aux experts de poser de nombreuses questions pour mieux appréhender le protocole mis en place par l'association et pour avoir une meilleure compréhension de l'exploitation des résultats réalisée.

Suite à cette audition, Générations Futures a transmis en août 2022 des données complémentaires à l'Anses. Ces données ont été utilisées dans le cadre du présent rapport pour répondre à certains questionnements des experts. Plus particulièrement, l'association a mis à disposition de l'Anses les informations suivantes :

- La distance exacte des capteurs et positionnement par rapport aux parcelles agricoles avoisinantes ;
- Des photos de l'emplacement des capteurs ;
- Une extraction des données de direction des vents sur les 6 périodes de prélèvements à l'aéroport de Lille-Lesquin ;
- Le détail des performances analytiques atteintes par le laboratoire d'analyse, substance par substance.

Parallèlement, l'Anses a collecté les informations complémentaires suivantes, afin de pouvoir interpréter au mieux les résultats obtenus :

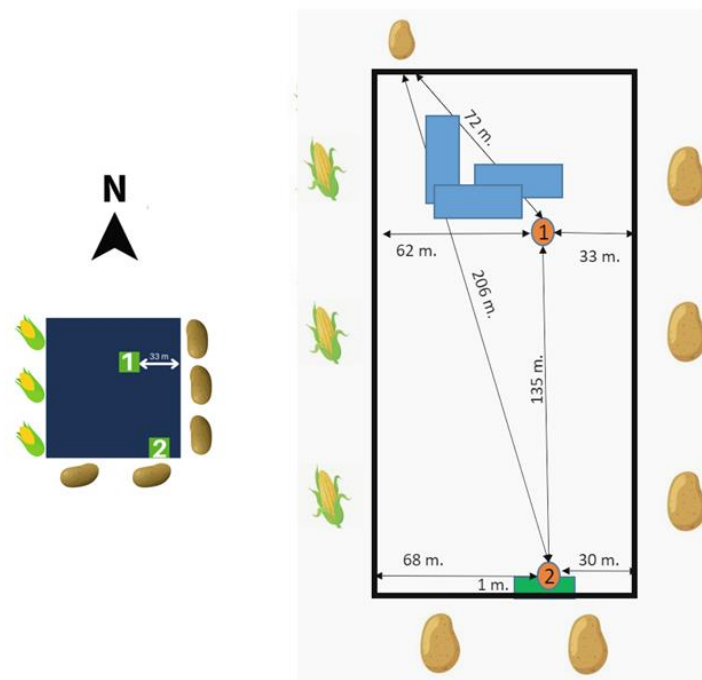
- Recensement, pour les substances détectées dans l'étude, des usages actuellement autorisés sur pommes de terre et sur maïs et des utilisations potentielles dans cette région de la France pendant les mois auxquelles les mesures ont été réalisées ;
- Extraction des données de vente disponibles dans la BNV-D pour 2020 (année la plus récente disponible) sur la commune de l'étude.

3 Adéquation entre les objectifs, les choix méthodologiques et les résultats

Afin d'évaluer l'adéquation du protocole déployé par Générations Futures pour répondre à leur objectif de démontrer un effet des distances aux parcelles traitées sur l'exposition des riverains aux pesticides, cette section présente l'analyse 1) du protocole suivi par Générations Futures *i.e.* choix du site, fiabilité des capteurs, performance analytique, et 2) des résultats. En particulier, la significativité des différences de masses piégées entre capteurs, leurs liens avec les usages en pommes de terre et maïs, et avec la direction des vents.

3.1 Analyse de la configuration du site

L'analyse de la configuration du site par les experts du GT PPV a permis d'actualiser la carte du lieu d'échantillonnage (Figure 9).



Après complément d'information, le repositionnement des capteurs permet de constater les points suivants :

- La distance d'un mètre citée par Générations Futures pour le capteur 2 par rapport aux parcelles cultivées en pommes de terre concerne dans les faits la partie de parcelle située au Sud, et pas la partie de parcelle à l'Est (comme pouvait le laisser penser le schéma disponible dans le rapport de Générations Futures ; nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit de la même parcelle qui borde la zone d'étude à l'Est et au Sud, étant donné que Générations Futures évoque le « même champ »). Les capteurs 1 et 2 sont à une distance de 135 mètres et 1 mètre respectivement à partir de la parcelle de pommes de terre au Sud et à des distances quasi-équivalentes par rapport à la parcelle de pommes de terre à l'Est (33 et 30 mètres respectivement) ;
- La distance des deux capteurs par rapport à la parcelle de maïs à l'Ouest est voisine (62 mètres pour le capteur 1 et 68 mètres pour le capteur 2) ;
- Les données transmises par Générations Futures après l'audition permettent également de positionner un champ de pommes de terre situé au Nord sur la carte (mais séparé par des bâtiments et une route) ;
- Par ailleurs, les photos mises à disposition par l'association ont également permis d'identifier que ces bâtiments sont proches du capteur 1 ;
- Les photos montrent également de nombreuses haies (dont une schématisée sur la Figure 9 au sein de laquelle est positionné le capteur 2) tout autour de la propriété et des bâtiments (schématisés en bleu dans le schéma de droite) près du capteur 1. Les photos aériennes ne permettent pas de statuer sur la hauteur de ces haies et donc sur la potentielle perturbation de la dispersion des composés apportés sur les parcelles voisines.

En conclusion, ces éléments montrent que le champ de pommes de terre est situé à la fois au Sud et à l'Est, et donc à des distances qui ne sont pas identiques sur les deux axes. Cela complexifie l'analyse des mesures sur les deux capteurs sous l'angle « effet de la distance pendant et après le traitement » entre 1 et 33 mètres, sans compter un impact éventuel de la parcelle située au Nord (non identifiée dans le schéma initial présenté dans le rapport).

3.2 Choix des capteurs

Ainsi que précisé en section 2.1, Générations Futures a réalisé des prélèvements d'air à l'aide de capteurs passifs Tisch 200 PAS acquis auprès de la société Ecomesure. Leur positionnement à 2 mètres de hauteur est conforme à celui utilisé classiquement dans la surveillance des pesticides dans l'air.

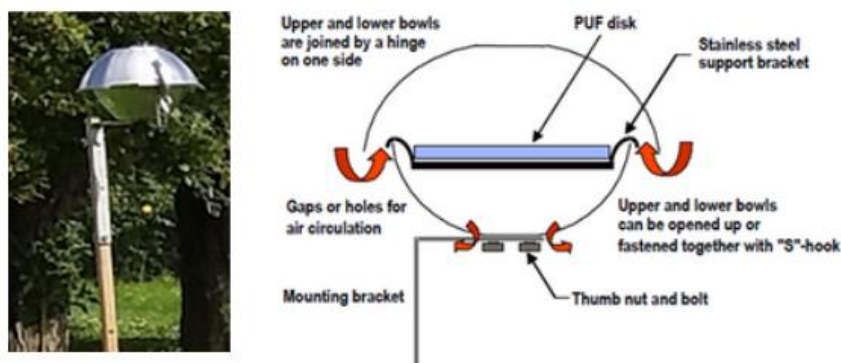


Figure 10 : Description du mode de fonctionnement du capteur d'air passif (Source : rapport « Pesticides c'est dans l'air »)

Ce type d'outils n'a pas encore fait l'objet d'une normalisation et n'est pas utilisé à ce jour par les AASQA ou par le LCSQA dans les campagnes de surveillance des pesticides dans l'air qui se basent sur des préleveurs actifs. Cependant, de nombreuses études menées en recherche montrent leur intérêt pour l'échantillonnage et la quantification des concentrations des substances semi-volatiles dans l'air (PCB, pesticides organochlorés, HAP, PBDE, PFAS...) (Harner *et al.*, 2006; Pozo *et al.*, 2017; Martin *et al.*, 2022). Une quantification des concentrations est possible grâce à l'imprégnation des mousses PUF avant immersion dans le milieu par des composés de référence et de performance (PRC) permettant l'estimation du débit d'échantillonnage selon les conditions environnementales rencontrées sur le terrain et pour chaque substance. Ce débit d'échantillonnage dépend des propriétés physico-chimiques des molécules et est donc différent pour chaque substance. Martin *et al.* (2022) ont évalué des débits d'échantillonnage allant de 2 à 155 m³/jour pour 16 pesticides explorés dans leur étude, avec 11 composés pour lesquels le débit d'échantillonnage était de 2 à 9 m³/jour. Dans le cadre de l'étude de Générations Futures, l'ajout de PRC n'a pas été réalisé. Il n'est donc pas possible d'estimer la concentration moyenne de pesticides dans l'air (en ng/m³). Ce type de mesure utilisé par Générations Futures permet cependant de connaître les quantités cumulées déposées sur les mousses pendant un temps donné (identique entre les capteurs comparés) et de pouvoir comparer les quantités retrouvées par différents capteurs situés à des endroits différents pour un composé donné.

Ainsi, les résultats de Générations Futures sont toujours exprimés en masse (ng), en l'absence d'information sur le volume échantillonné et sur le rendement de piégeage de chaque substance recherchée. Le fait que Générations Futures se limite à une présentation des résultats en masse piégée et ne cherche pas à les présenter en concentration est apparu au groupe d'experts tout à fait pertinent et prudent. Les taux d'échantillonnage étant très variables d'un pesticide à l'autre (voir plus haut la gamme de valeur trouvée par Martin *et al.*, 2022), et n'étant pas caractérisés dans le cadre de cette étude (pas d'utilisation des PRC ou de capteurs actifs), les quantités exprimées en ng piégées ne peuvent pas être directement et quantitativement reliées aux concentrations de chacune des substances dans l'air ambiant, et peuvent donc ne pas être représentatives du niveau d'exposition individuel.

Dans ce contexte, il n'est pas recommandé, en raison de l'incertitude très importante, de sommer les quantités de différents pesticides pour une comparaison globale d'un site par rapport à l'autre, ni de comparer les quantités récupérées entre les différents composés (y compris pour un même capteur). En revanche, la comparaison des masses de substance individuelle entre différents capteurs reste possible si les prélèvements sont réalisés dans des conditions comparables (exposition, température et durée comparables).

3.3 Interprétation des données avec prise en compte des performances analytiques

L'analyse des échantillons a été confiée au laboratoire Ianesco, qui est un laboratoire accrédité en portée flexible par le Cofrac pour ce type d'analyses et est reconnu pour son expertise dans le domaine (laboratoire retenu pour la CNEP). Le laboratoire a analysé les 75 composés déjà mesurés dans le cadre de la CNEP.

Sur le contrôle qualité, les experts n'ont pas eu communication de certaines informations, dont en particulier :

- Le délai exact d'extraction des échantillons (habituellement fixé à 15 jours maximum par le LCSQA, il serait de 30 jours maximum dans cette étude) ;
- Le délai d'utilisation des mousses après conditionnement par Ianesco.

Les experts ont également constaté l'absence de réalisation de blanc de terrain. Le blanc de terrain permet de s'assurer de l'absence (ou du niveau) de contamination tout au long de la chaîne (état initial de la mousse, conditionnement, transport, manipulation, déballage, extraction et analyse). Pour mémoire, Générations Futures a signalé, lors de l'audition du 22 juin 2022, qu'un blanc analytique avait été réalisé avec une mousse PUF au sein du laboratoire d'analyse.

La mise à disposition des données concernant les performances analytiques du laboratoire sur les 75 composés a toutefois permis aux experts de confirmer leur adéquation pour les 20 substances quantifiées puis de réaliser leur propre travail d'exploitation des résultats les concernant. Comme précisé en 3.2, les taux d'échantillonnage des préleveurs n'étant pas connus, les résultats sont présentés pour chaque pesticide individualisé et non pour la somme des quantités de pesticides récupérés, car elle n'a pas de signification environnementale.

Pour permettre ce travail, les données suivantes ont été transmises à l'Anses par le laboratoire d'analyse via Générations Futures (voir Tableau 1) :

- La valeur en % de l'incertitude élargie ;
- La LQ, exprimée en µg/l (dans l'extrait) ou en ng piégé.

Pour chaque période, une comparaison des masses piégées par chaque capteur pour chaque pesticide a été menée, en prenant en compte l'incertitude de mesure⁵ fournie par le laboratoire (U % dans le tableau 1), ainsi :

⁵ La comparaison réalisée s'appuie sur une estimation simplifiée de la significativité des écarts entre les quantités récupérées sur les 2 capteurs. Les calculs ont été réalisés de la façon suivante : limite basse de l'intervalle = quantité retrouvée $x(1-U/2)$ avec U en valeur absolue et non en valeur relative (%) - Limite haute de l'intervalle = quantité retrouvée $x(1+U/2)$ avec U en valeur absolue et non en valeur

- si les deux intervalles obtenus sont disjoints, alors il est considéré que la différence entre les deux valeurs pour chacun des deux capteurs est significative (sans qu'un test statistique soit possible) ;
- si les deux intervalles ont une zone de recouvrement alors la différence est jugée non significative ;
- de plus, si la valeur est proche de la LQ (comprise dans l'intervalle d'incertitude), la valeur n'a pas été prise en compte pour la comparaison.

relative (%) - L'incertitude fournie par le laboratoire est une incertitude élargie d'un facteur 2, comme cela est d'usage.

Tableau 1 : Récapitulatif des performances analytiques et impact sur la significativité des résultats pour les 20 substances détectées

	RDT PUF	CV	U %	n	LQ (µg/	LQ BV (168 m3) ng	LQ BV (168 m3) ng/m	Période 1		Période 2		Période 3		Période 4		Période 5		Période 6		
								Capteur 2	Capteur 1	Capteur 2	Capteur 1	Capteur 2	Capteur 1	Capteur 2	Capteur 1	Capteur 2	Capteur 1	Capteur 2	Capteur 1	
								pie/3												
Metribuzine	91	18	36%	17	4	10	0,06	76	73	11										
Prosulfocarbe	85	15	37%	26	2,5	25	0,15	17 000	7 300	730	360	120	79	30						
Clomazone	97	13	34%	25	2,5	25	0,15	590	300	89	28								29	
Fluopyram	87	9	19%	20	2,5	25	0,15	27												
Fluazinam	88	24	48%	17	2,5	25	0,15			120	45	260	81	770	960	810	770	550	430	
Phosmet	91	21	41%	21	8	20	0,12												86	
Diméthénamide	83	18	38%	31	2,5	25	0,15	840	770	39										
Métolachlore	79	18	25%	31	2,5	25	0,15	380	330	170	130	45	29	7,8	8,9					
Pendimethaline	91	23	45%	31	4	10	0,06	700	550	220	120	67	37	31	14	27			15	
Propyzamide	92	10	29%	25	4	10	0,06	32	15	65		13		11		66				
Triallate	78	22	44%	23	4	10	0,06	120	91	48	33	32	22	12	11	21	12	16	14	
Pyriméthanol	86	13	27%	31	4	10	0,06	15		110	61	420	310	29	18	11				
Cyprodinil	93	11	32%	26	4	10	0,06			18		13				18				
Diféconazole	102	15	31%	31	2,5	25	0,15							29		27				
Métazachlore	93	9	18%	20	5	12,5	0,07												15	
PBO	97	13	31%	25	4	10	0,06													13
Lindane	81	15	40%	18	2	5	0,03	12	13	14	7,9		6,5		7,5			6,1	5	
Chlorothalonil	73	23	47%	28	16	40	0,24	270	99			42	110	53	125	70	75			
Chlopyrifos ethyl	89	13	32%	29	4	10	0,06			20	13	10	16							
2,4 DB	95	13	26%	25	2	5	0,03												25	

*case vide – substance non quantifiée

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 avec les codes couleurs ci-dessous :

- Case verte : l'absence de recouvrement des intervalles avec prise en compte de l'incertitude permet de conclure à une différence entre les deux capteurs (13 substances) ;
- Case beige : le recouvrement des intervalles avec prise en compte de l'incertitude ne permet pas de statuer sur une différence entre les deux capteurs (3 substances) ;
- Case rouge : donnée difficilement exploitable, car la valeur mesurée est trop proche de la valeur de la limite de quantification (4 substances).

Cette analyse permet d'évaluer, avec les données disponibles, une significativité des différences observées entre les quantités piégées par les deux capteurs pour les 20 substances ayant fait l'objet d'une quantification :

- La quantité mesurée sur le capteur 1 est significativement différente de celle du capteur 2 pour au moins une période sur six (variable selon les substances) pour les 13 composés suivants :
 - Appliqués sur pommes de terre : le prosulfocarbe (périodes 1, 2 et 3), la clomazone (avec un usage autorisé en maïs) (périodes 1 et 2), le fluazinam (périodes 2 et 3), et le phosmet (période 6) ;
 - Appliqués sur maïs : le diméthénamide (période 2), le métolachlore (périodes 2 et 3), la pendiméthaline (dont un usage autorisé en pommes de terre) (périodes 2, 3 et 5) ;
 - Appliqués sur d'autres cultures que la pomme de terre ou le maïs (potentiellement dans d'autres parcelles plus éloignées) : le propyzamide (périodes 1, 2 et 5), le pyriméthanil (périodes 2 et 3), le cyprodinil (périodes de prélèvement 3 et 5) ;
 - Interdits : le lindane (période 2), le chlorothalonil (périodes 1, 3 et 4), et le 2,4 DB (période 6) ;
- Pour 3 substances (la métribuzine (pour la période 1), le triallate et le chlorpyriphos-éthyl) les mesures prises individuellement sont au-dessus de la limite de quantification. Cependant, la différence de résultats n'est pas significative entre la quantité mesurée sur le capteur 1 et celle mesurée sur le capteur 2 pour toutes les périodes ;
- Enfin pour 4 substances (le fluopyram, le diféconazole, le métazachlore et le PBO), les données quantifiées concernent un seul capteur à chaque fois et avec des valeurs proches de la LQ. Elles ne sont pas suffisamment significatives pour permettre une exploitation des résultats en termes de différence de quantification entre capteurs.

Pour les composés présentant une différence significative de masses piégées entre capteurs, les valeurs sur le capteur 2 sont à chaque fois supérieures à celles sur le capteur 1, que les substances soient appliquées sur pommes de terre, maïs ou sur d'autres cultures. Il existe cependant une exception pour le chlorothalonil (interdit depuis 2020) pour les périodes 3 et 4 pour lesquelles les masses piégées sur le capteur 1 sont plus importantes que celles sur le capteur 2, contrairement à la période 1 pour ce composé.

3.4 Usages potentiels des substances identifiées

Parmi les 20 substances quantifiées, 9 substances ont pu être potentiellement utilisées sur les parcelles attenantes aux capteurs passifs⁶. Afin de relier les composés retrouvés par Générations Futures sur les capteurs et leurs usages potentiels dans les parcelles avoisinantes (cultivées en maïs et pommes de terre), trois sources d'informations ont été exploitées par les experts du GT PPV en l'absence d'une information certaine quant à l'application locale de ces 9 substances (Générations Futures n'ayant pas pu collecter des informations sur l'usage réel de ces substances au moment de la réalisation de l'étude). La consultation de la base E-Phy a permis d'établir si des usages étaient autorisés en 2021 en maïs et pommes de terre pour les substances quantifiées.

A partir de deux documents accessibles aux adresses suivantes https://www.arvalis.fr/sites/default/files/imported_files/guide_preconisations_maïs_hdf_champagne-ardenne_6583425123532785100.pdf

et https://www.arvalis.fr/sites/default/files/imported_files/choisir_pdt_2018-8965597530926566678.pdf, il a été possible d'émettre des hypothèses sur les périodes potentielles d'utilisations au cours de l'année, et en particulier au moment des mesures de pesticides dans l'air réalisées par Générations Futures (tableau ci-dessous).

⁶ Nota de terminologie pour 2 substances en particulier : Pour les produits phytopharmaceutiques, on peut utiliser métolachlore et diméthénamide pour tout ce qui a trait aux aspects environnementaux (prélèvement, analyse, concentration et même quand on parle des substances apportées). Par contre, lorsqu'on fait référence aux produits appliqués, il a été choisi d'utiliser les termes S-métolachlore et Diméthénamide-P.

Tableau 2 : Hypothèses concernant les applications potentielles des substances quantifiées sur la zone d'étude au moment des prélèvements (Nord de la France).

Substance	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Information sur les usages	
	16/05-06/06	06/06 27/06	29/06 18/07	18/07/08/08	08/08 29/08	29/08 19/09	source : Anses-base TOP au 18/03/2022) (Pdt=pommes de terres)	
	Application possible fin mai-début juin?	Application possible juin?	Application possible fin juin-début juillet ?	Application possible fin juillet-début aout?	Application possible aout?	Application possible septembre?		
Substances retrouvées attribuées à priori majoritairement aux champs de pommes de terre*	Métribuzine (herbicide)	oui	oui mais rare	non ou exceptionnelle	non	non	10 usages autorisés, dont pdt (27 produits) et d'après les enquêtes PK, 86% des surfaces en pdt traitées (usage principal). Pas d'usage sur maïs	
	Prosulfocarbe (herbicide)	oui	oui mais rare	non ou exceptionnelle	non	non	13 usages autorisés, dont pdt (17 produits) et d'après les enquêtes PK, 64% des surfaces en pdt traitées (usage principal). Pas d'usage sur maïs	
	Clomazone (herbicide)	oui	oui mais rare	non ou exceptionnelle	non	non	29 usages autorisés, dont pdt (39 produits) et d'après les enquêtes PK, 60% des surfaces en pdt traitées (usage principal, mais proche du colza et betteraves, cultures aussi présentes dans le Nord). 1 produit autorisé sur maïs	
	Fluopyram (fongicide et nématocide)	Normalement non (avril au plus tard)	Normalement non	Normalement non	normalement non	Normalement non	normalement non	29 usages autorisés, dont pdt (3 produits) et d'après les enquêtes PK, 0% des surfaces en pdt traitées (usages principaux sur vignes et arboricultures). Pas d'usage sur maïs
	Fluazinam (fongicide)	oui mais rare	oui	oui	oui	oui	oui	5 usages autorisés, dont 2 pour la pdt (17 produits contre le mildiou et maladies des taches brunes) et d'après les enquêtes PK, 75% des surfaces en pdt traitées (usage principal). Pas d'usage sur maïs
	Phosmet (insecticide)	non en mai, rare début juin	oui	oui	oui	oui (jusqu'à mi-août)	non ou exceptionnel	5 usages autorisés, dont pdt (8 produits) et d'après les enquêtes PK, 0% des surfaces en pdt traitées (usages nombreux dans le Nord sur colza). Pas d'usage sur maïs
Substances retrouvées attribuées à priori majoritairement au champ de maïs	Diméthénamide -P (herbicide)	oui	oui	oui mais rare	normalement non	non	non	5 usages autorisés, dont maïs (9 produits) et d'après les enquêtes PK, 20% des surfaces en traitées maïs fourrage et 29% maïs grain (usages principaux avec le colza dans le Nord). Pas d'usage sur pdt

Substance	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Information sur les usages
S-Métolachlore (herbicide)	oui	oui	oui mais rare	normalement non	non	non	10 usages autorisés, dont maïs (12 produits) et d'après les enquêtes PK, 27% des surfaces en traitées maïs fourrage et 38% maïs grain (usage principal dans le Nord). Pas d'usage sur pdt
Pendiméthaline (herbicide)	oui	oui	oui mais rare	normalement non	non	non	30 usages autorisés, dont maïs (14 produits) et d'après les enquêtes PK, 10% des surfaces en traitées maïs fourrage et 8% maïs grain (usage principal dans le Nord avec des applications sur Orge). 1 produit autorisé sur pdt

* le chlorothalonil était une substance autorisée sur pommes de terre et récemment interdite (2020).

** source : ministère chargé de l'agriculture et de l'alimentation, Service de la statistique et de la prospective

Pour la pomme de terre :

- en général, la plantation des pommes de terre s'effectue entre fin mars et mi-mai dans cette région ;
- actuellement, la quasi-totalité des surfaces de pommes de terre sont désherbées chimiquement en prélevée sur butte définitive ;
- il est peu probable d'avoir des applications de clomazone, métribuzine, et prosulfocarbe après le mois de juin ;
- le fluopyram est uniquement autorisé en traitement du sol contre les nématodes sur pommes de terre en préventif avant plantation, mais les enquêtes PK 2017 sur grandes cultures n'indiquent pas d'utilisation dans le Nord de la France ;
- le fluazinam, anti-mildiou, peut être utilisé pendant toute la phase végétative mais plutôt conseillé pour la fin de la campagne de traitement ;
- le phosmet est autorisé contre les doryphores, mais les enquêtes PK 2017 sur grandes cultures n'indiquent pas d'utilisation dans le Nord de la France ;
- la pendiméthaline est également un produit autorisé sur pommes de terre.

Pour le maïs :

- le diméthénamide-P, la pendiméthaline et le S-métolachlore sont utilisés en désherbage possible en post-levée jusqu'à fin juin.

Généralisations Futures n'a pas collecté d'informations sur la nature des cultures plus éloignées dont les traitements pourraient également influencer l'exposition des capteurs (dont les autres usages autorisés sont indiqués dans la dernière colonne du tableau 2).

Une extraction de la Banque Nationale des Ventes des distributeurs de produits phytopharmaceutiques (BNV-D) a été réalisée pour confirmer les usages potentiels des 9 substances au sein de la commune où les prélèvements ont été réalisés. Il est cependant à noter que cette extraction a porté sur l'année 2020, c'est-à-dire l'année précédant celle des mesures, car au moment de l'extraction⁷, les données de l'année 2021 n'étaient pas encore suffisamment stabilisées pour être considérées comme valides.

Tableau 3 : Extraction des ventes BNV-D sur la commune de l'étude de Généralisations futures pour 2020

Substance	Quantités vendues dans la commune 59190 en 2020 (en kg)	Quantités vendues dans la commune 59190 en 2021** (en kg)	Rang selon la quantification dans l'étude Généralisations Futures pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source : E-phy Anses)
prosulfocarbe	3772	3932	1	
pendiméthaline	725	507	3	
fluazinam	625	724	2	
chlorothalonil*	450	Non vendue	7	
s-métolachlore	376	460	6	
métribuzine	257	267	10	
difénoconazole	244	207	13	
clomazone	104	94	5	
phosmet	102	65	11	
cyprodinyl	88	101	14	

⁷ 20/08/2022

Substance	Quantités vendues dans la commune 59190 en 2020 (en kg)	Quantités vendues dans la commune 59190 en 2021** (en kg)	Rang selon la quantification dans l'étude Générations Futures pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source : E-phy Anses)
diméthénamide-p (dmta-p)	78	76	4	
triallate	60	62	8	
métazachlore	51	93	Quantification faible	Pas d'usage maïs ou pommes de terre
propyzamide	48	60	9	
pyrimethanil	43	60	11	
métirame	42	603	Non recherchée	
fluopyram	31	33	Quantification faible	

* attention, substance encore vendue en 2020 mais interdite par la suite (lors de la campagne de Générations Futures)

** base de données non stabilisée au moment de la réalisation de ce travail, le chiffre final pourrait différer

Le détail sur le tonnage de toutes les substances vendues en 2020 sur cette commune est disponible en annexe 1.

3.5 Analyse de l'effet de la direction du vent sur la contamination observée par les différents capteurs

Suite à l'audition du 22 juin 2022 et à certains questionnements des experts, l'équipe de Générations Futures a transmis un document Excel réalisé à partir des informations relatives à l'aéroport de Lille-Lesquin sur la direction du vent. Le tableur donne pour chacune des 6 périodes de prélèvements le secteur de provenance du vent (N/E/S/O) en nombre d'heures par jour. L'analyse de ces données permet d'affiner qualitativement l'influence relative potentielle du traitement d'une culture donnée de proximité située en amont en fonction du sens du vent sur le recueil de molécules par les capteurs pour chacune des périodes, et de mieux évaluer si les composés retrouvés sont cohérents avec les pratiques phytosanitaires autorisées sur ces cultures. Ainsi, d'après la figure 9 présentant la localisation des capteurs par rapport aux parcelles avoisinantes, des vents de secteurs Est et Sud (voire Nord mais avec des parcelles plus éloignées et des bâtiments entre les cultures et les capteurs) placent les capteurs sous l'influence des cultures de pommes de terre voisines alors qu'un vent d'ouest les place sous l'influence des traitements de la culture voisine de maïs. Pour rappel, les substances retrouvées et attribuables aux traitements en pommes de terre sont : métribuzine, prosulfocarbe, clomazone, fluopyram, fluazinam, phosmet. Les substances applicables sur maïs sont : diméthénamide, métolachlore, pendiméthaline.

A noter toutefois que l'analyse de ces données comporte des limites :

- La direction du vent à l'aéroport de Lille-Lesquin a pu être différente de celle observée au niveau de la zone de l'étude (située à une quarantaine de kilomètres de l'aéroport) ;
- Les chiffres donnés dans le tableur donnent une indication de la direction « globale » du vent, et ne rendent pas compte des directions plus fines type Sud-Ouest, Sud-Est,

etc. (en particulier pour le capteur 2 situé en bordure immédiate de la parcelle sur la partie Sud) ;

- Générations Futures n'a pas collecté d'informations sur la nature des cultures plus éloignées dont les traitements pourraient également influencer l'exposition des capteurs.

Les résultats sont présentés sous forme de graphique pour chacune des 6 périodes sur les Figures 11 et 12.

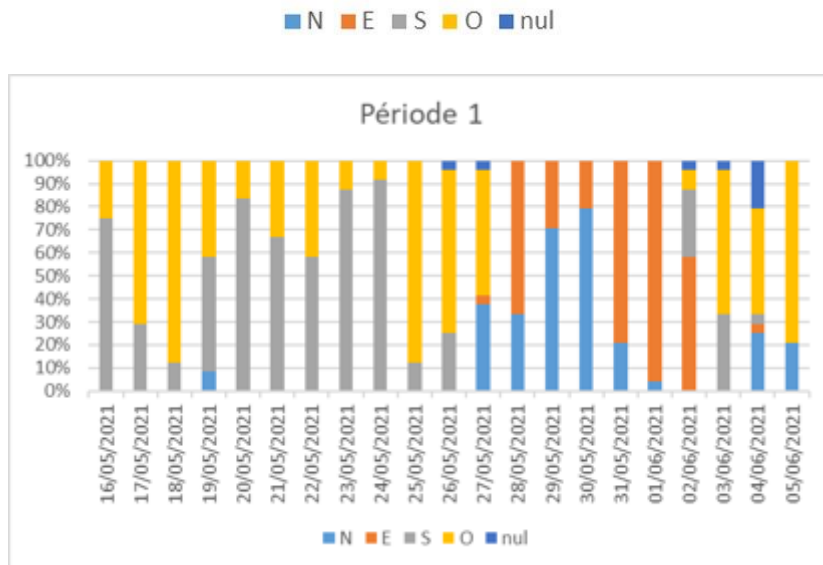
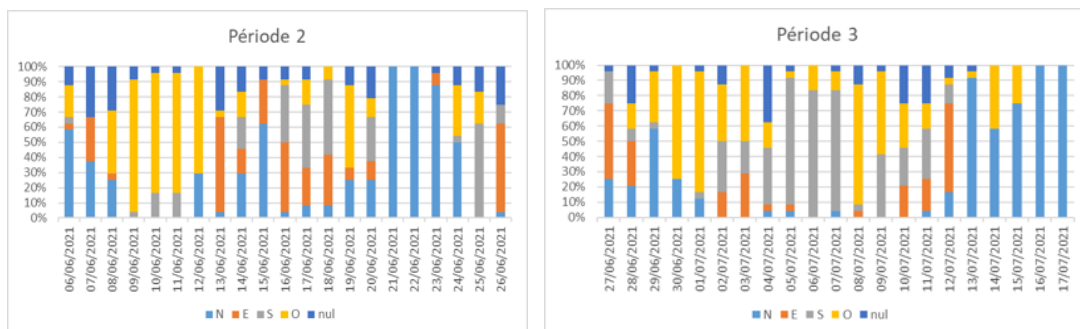


Figure 11 : Direction des vents mesurée à l'aéroport de Lille-Lesquin lors de la première campagne (16 mai – 6 juin 2021)

La figure 11 montre que, pendant la période 1, le vent vient au début essentiellement du Sud et de l'Ouest puis, vers la fin de la période de prélèvements, on a plutôt une influence du vent du Nord et de l'Est. Si les directions de vent dans la zone d'étude sont similaires à celles mesurées à l'aéroport de Lille-Lesquin, on pourrait donc avoir l'influence des deux types de cultures, pommes de terre et maïs. Or, pendant cette période, des produits susceptibles d'être appliqués respectivement sur chacune des deux cultures ont bien été piégés dans les capteurs.

D'autant que, pour la première campagne, on constate que le vent souffle depuis les champs vers les capteurs au moment où des applications peuvent avoir eu lieu sur pommes de terre (au Sud et à l'Est) ou maïs (à l'Ouest) pour les substances détectées.

La figure ci-après reprend le même type d'analyse pour les périodes 2 à 6.



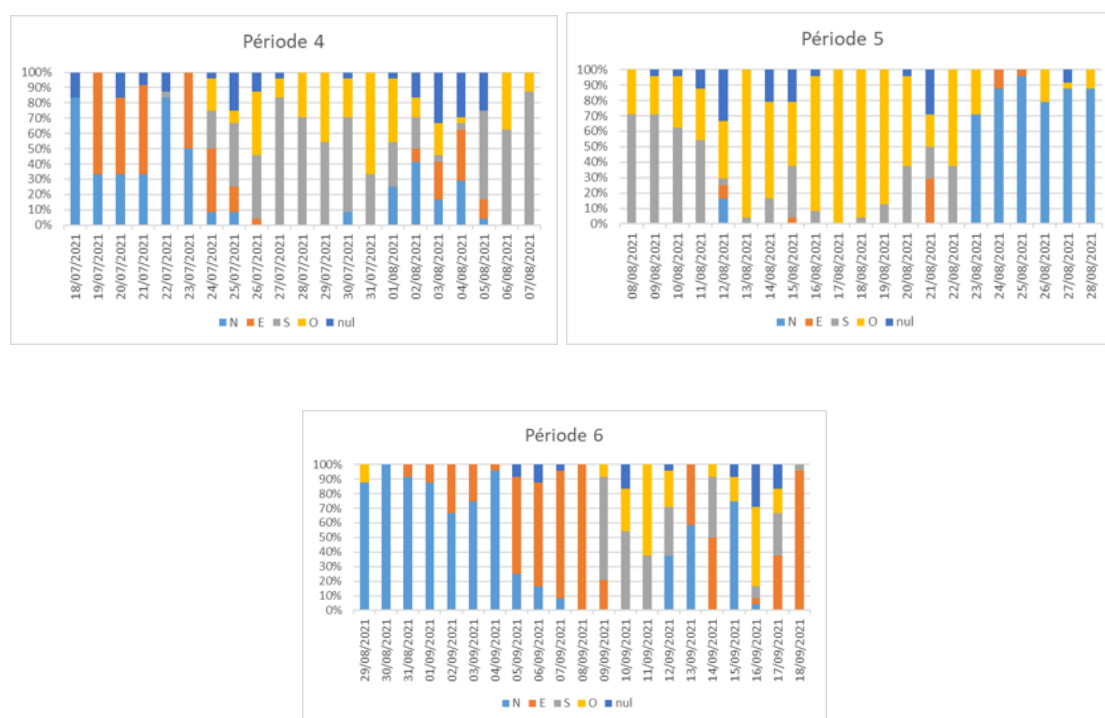


Figure 12 : Direction des vents mesurée à l'aéroport de Lille-Lesquin lors des autres 5 périodes

L'analyse de la Figure 12 permet de formuler les hypothèses suivantes :

- Pour la période 2 : une influence des traitements en maïs en début de période puis en pommes de terre ensuite (idem en termes de substances / période 1), avec la présence de vent du Sud et de l'Est ;
- Pour la période 3 : une influence des traitements en maïs un peu en début de période puis en pommes de terre ensuite avec un vent de Sud (cohérent aussi avec les substances retrouvées) ;
- Pour la période 4 : une influence surtout des traitements en pommes de terre (avec un vent d'Est puis de Sud), avec une augmentation sur les deux capteurs du fluazinam, et une rémanence de la pendiméthaline ;
- Pour la période 5 : une influence des traitements surtout en maïs et un peu en pommes de terre en début de période (vent de Sud) ;
- Pour la période 6 : une influence des traitements surtout en pommes de terre (vent de Nord en début de période, puis Est et Sud).

4 Analyse de la capacité de l'étude à répondre à ses objectifs

Concernant le protocole

Les échanges entre les experts et Générations Futures lors de l'audition du 22 juin 2022 ainsi que les informations supplémentaires transmises par l'association, ont permis de préciser la configuration du site d'étude. En effet, les deux capteurs sont quasiment à la même distance du champ de maïs à l'Ouest (62 et 68 mètres pour les capteurs 1 et 2 respectivement) et du champ de pommes de terre à l'Est (33 et 30 mètres pour les capteurs 1 et 2 respectivement). Ils sont à 1 et 135 mètres respectivement du champ de pommes de terre au Sud. Ces précisions sur la configuration peuvent conduire à une interprétation différente de celle réalisée par Générations Futures lors de la comparaison des masses piégées par les différents capteurs, en particulier l'influence de la distance pour les substances potentiellement utilisées sur les deux parcelles de pommes de terre (metribuzine, prosulfocarbe, clomazone, fluopyram, fluazinam, phosmet) et sur la parcelle de maïs (diméthénamide-P, S-Métolachlore et pendimethaline).

Une présentation des résultats sous la forme de sommes des quantités de pesticides piégées par les capteurs et par période de prélèvement, comme présentés dans le rapport de Générations Futures, n'est pas recommandée. En effet, ainsi qu'indiqué en section 3.2, les taux d'échantillonnage sont très variables d'un pesticide à l'autre et ne sont pas caractérisés dans le cadre de cette étude. De ce fait, les quantités exprimées en masse (ng) piégée ne sont pas directement et quantitativement représentatives des concentrations de chacune des substances dans l'air ambiant. De surcroît, cette présentation inclut des substances qui n'ont vraisemblablement pas été appliquées sur les parcelles attenantes pendant la période d'échantillonnage et ne peuvent donc concourir à la mise en exergue d'un éventuel effet distance lors du traitement.

La pertinence du choix des capteurs passifs pour des objectifs d'étude d'un effet distance dans une zone relativement proche soulève des questions. Les capteurs passifs sont plutôt utilisés pour réaliser des campagnes de surveillance (ex. en situation de fond), car ils nécessitent une durée d'exposition plus longue que celle qui serait nécessaire pour analyser des effets de proximité (qui peuvent avoir lieu sur un temps court, notamment pour prendre en compte la dérive). Martin *et al.* (2022) relèvent d'ailleurs une variabilité temporelle de la présence des substances, en lien avec la variabilité des conditions météorologiques. Une exposition de quelques semaines (voire mois, comme le montre l'étude Martin *et al.* 2022) peut intégrer différentes sources, proches et éloignées et contribuant plus ou moins à la contamination locale selon la direction des vents. Il s'avère donc difficile ensuite de faire la part entre la contribution de sources proches (même si très probablement plus importante) par rapport à celle des sources éloignées. Martin *et al.* (2022) préconisent d'utiliser des capteurs actifs dès lors que l'on veut identifier les sources de contamination, les capteurs passifs permettant quant à eux d'avoir une vision intégrée de la contamination et d'identifier les composés d'intérêt. Par ailleurs, les capteurs passifs piègent essentiellement la phase gazeuse, et donc plutôt la partie volatilisée. Il est donc probable que la mesure des gouttes de dérive, pourtant contributrices à l'exposition des riverains, ne soit pas prise en compte de manière adaptée.

Concernant la qualité des données d'analyse et l'exploitation possible de ces mesures

La transmission de la part du laboratoire d'analyses des « documents qualité » a permis aux experts de confirmer la qualité des données produites pour les 20 substances qui ont été quantifiées puis de réaliser leur propre travail d'exploitation de ces résultats, en vue de permettre leur interprétation.

Il est ressorti de ce travail que :

- 3 substances (métribuzine, triallate et chlorpyrifos éthyl) présentent des quantités piégées par les deux capteurs non significativement différentes lors des différentes campagnes ;
- 4 substances (fluopyram, diféconazole, métazachlore et PBO) ont fait l'objet de quantifications ponctuelles trop faibles pour pouvoir être interprétées ;
- 13⁸ autres substances quantifiées présentent des quantités piégées par les 2 capteurs qui peuvent être significativement différentes à certaines périodes.

Concernant l'interprétation des résultats analytiques

- Exprimer les quantités piégées en termes de masse (ng) et non de concentrations (ng/m³) peut être pertinent en l'absence d'information sur les débits d'échantillonnage. Toutefois, cela limite la portée d'une comparaison quantitative de ces résultats avec d'autres résultats, en particulier ceux issus de la bibliographie et des campagnes menées par les AASQA (qui utilisent des capteurs actifs) et ne permet pas de qualifier l'importance relative de la présence des composés retrouvés, ni d'évaluer leur impact sanitaire potentiel ;
- Pour les substances autorisées, en l'absence d'indication sur les usages effectifs de pesticides sur les parcelles attenantes, de mesures réalisées avec le même dispositif de prélèvement usuellement utilisé pour caractériser la contamination de fond (permettant d'objectiver l'importance relative des valeurs trouvées), il n'est pas possible de discerner avec certitude si les quantités piégées proviennent de ces parcelles ou d'autres parcelles ou bien d'un bruit de fond local en période d'utilisation. Néanmoins, on observe que globalement, pour les substances utilisées sur pommes de terre ou sur maïs (qui sont les cultures des parcelles attenantes), la quantification dans les 2 capteurs coïncide dans la plupart des cas avec les périodes d'utilisations potentielles lors de la période de mesures ;
- L'analyse de la direction des vents, même si cette information a été collectée dans une station assez lointaine, permet de dégager certaines conclusions sur l'impact de celle-ci.

⁸ Autorisées : prosulfocarbe, clomazone, fluazinam, phosmet, diméthénamide-P, S-métolachlore, pendiméthaline, propyzamide, pyriméthanyl, cyprodinil

Interdites : lindane, chlorothalonil et 2,4 DB

Les experts du GT PPV retiennent les enseignements suivants :

- Les substances dont les plus grandes quantités ont été piégées par chacun des 2 capteurs proviennent a priori du champ de pommes de terre, pour toutes les périodes, sauf pour la période 3. Ces résultats sont cohérents compte tenu de la localisation des 2 capteurs, plus proches du champ de pommes de terre à l'Est et au Sud que des autres parcelles. Toutefois, pour la période 3, la majorité des substances retrouvées ne sont pas autorisées ni sur pommes de terre ni sur maïs ;
- Parmi les substances provenant a priori des champs de pommes de terre, les plus retrouvées sont le prosulfocarbe pour les périodes 1, 2 et 3, la clomazone pour les périodes 1 et 2, et le fluazinam pour les périodes de 2 à 6. Ces résultats sont cohérents avec les données d'achat extraites de la BNV-D qui montrent que le prosulfocarbe et le fluazinam font partie des substances les plus achetées sur la commune de l'étude en 2020, et également avec les périodes potentielles d'utilisation dans le Nord de la France. La décroissance continue des quantités est parfois observée entre la première période d'échantillonnage avec quantification et les périodes suivantes, ce qui pourrait être expliqué par une utilisation antérieure ou pendant la campagne de prélèvement (et au flux de volatilisation qui suit l'application), ce qui est en accord avec les périodes possibles de traitement pour les composés ;
- Les substances provenant a priori du champ de maïs à l'ouest sont retrouvées majoritairement au début de l'étude, ce qui est cohérent avec l'usage des herbicides sur ce type de culture et avec la direction du vent. Il s'agit du diméthénamide-P, du S-métolachlore et de la pendiméthaline. Ces trois substances figurent bien parmi les substances les plus achetées sur la commune de l'étude. Bien que le champ de maïs soit situé à plus de 60 mètres des 2 capteurs, ces substances sont retrouvées, notamment pendant la période 1 ;
- Plusieurs substances non autorisées sur pommes de terre ou sur maïs ont été quantifiées dans l'étude. Sans connaître les cultures des parcelles dans un rayon plus lointain, toute interprétation est difficile ;
- Des substances interdites ont également été retrouvées avec des quantités collectées (en ng) en général relativement faibles, sauf pour le chlorothalonil. Elles ne représentent qu'une faible part (4/20) des substances retrouvées. Outre le lindane, le 2,4-DB et le chlorpyrifos-éthyl, qui sont des contaminants de l'air persistants bien connus (Rapport CNEP Anses, 2020), le chlorothalonil, interdit depuis 2020 est également retrouvé ;
- Plusieurs substances recherchées dans l'étude de Générations Futures mais n'ayant pas été retrouvées font partie de la liste d'achat pour la commune. Excepté le tébuconazole autorisé sur maïs, ces substances n'ont pas d'usage autorisé ni en pommes de terre ni en maïs ce qui peut expliquer pourquoi elles ne sont pas quantifiées ;
- La comparaison entre les 2 capteurs est possible uniquement pour le prosulfocarbe, la clomazone, le fluazinam (périodes 2 et 3), le phosmet (période 6), le diméthinamid P

(période 3), le métolachlore (périodes 2 et 3), la pendiméthaline (périodes 2, 3 et 5), le propyzamide (périodes 1,2 et 5), le cyprodinil (période 2, 3 et 5), le pyrimethanil (période 2,3 et 4), le lindane (période 2), le chlorothalonil (périodes 1, 3 et 4) et le 2,4 DB (période 6) :

- Concernant les substances appliquées sur pommes de terre et pouvant provenir potentiellement de l'Est ou du Sud, les quantités retrouvées par le capteur 2 sont environ deux fois plus importantes que celles retrouvées dans le capteur 1 pour les trois premières périodes. Pour le fluazinam, les quantités retrouvées par les deux capteurs sont proches pour les périodes 4, 5 et 6 ;
- Concernant les substances appliquées sur maïs, provenant potentiellement du champ de maïs et d'autres parcelles plus lointaines, les quantités de substances sont plus importantes sur le capteur 2 que sur le capteur 1 sans que l'on puisse vraiment l'expliquer, les deux capteurs étant à peu près à la même distance de cette parcelle (et le capteur 2 étant même 10 % plus loin), mis à part par le fait que le capteur 2 soit moins entouré d'habitations et en bordure de terrain ;
- Pour les substances interdites, pour lesquelles on pourrait s'attendre à des niveaux similaires entre les deux capteurs reflétant une contamination de fond (ex. lindane), on observe toutefois des différences pour la période 2 pour le lindane, et pour la période 6 pour le 2,4 DB. Cela pourrait être lié à une variabilité liée au protocole de prélèvement (débit d'échantillonnage différent, localisation du capteur 2 proche d'une barrière végétale, etc.) ;
- En général, les substances ont été retrouvées en quantités plus importantes dans le capteur 2 que dans le capteur 1, y compris pour les 4 substances interdites (exception faite pour 2 périodes pour le chlorothalonil), ce qui pose question sur une potentielle différence d'efficacité de l'échantillonnage des capteurs. Celle-ci peut dépendre de la conception du capteur et de son environnement (le capteur 2 est situé à un endroit plus dégagé, comprenant moins d'obstacles que le capteur 1, qui est situé entre des habitations au Nord, des arbustes à l'Est et une serre au Sud-Est). Par ailleurs, pour les substances quantifiées autorisées sur pommes de terre (et en particulier le prosulfocarbe), la très forte proximité de la partie de champ Sud (1 mètres) et le cumul potentiel des apports de la partie de champ Est (30 mètres donc également légèrement plus proche du capteur 2 que du capteur 1) sont également fortement susceptibles d'expliquer les différences de piégeage observées entre les 2 capteurs.

5 Mise en perspective de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! » par rapport aux données disponibles à la Phytopharmacovigilance

5.1 Comparaison des résultats de l'étude (situation de proximité) avec les données de surveillance des pesticides dans l'air de la Campagne nationale exploratoire sur les pesticides dans l'air ambiant (situation de fond)

Certaines Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), fédérées au niveau national par la Fédération Atmo France, réalisent des mesures de pesticides dans l'air ambiant au niveau régional depuis le début des années 2000. Ces campagnes étaient généralement menées sur la base d'initiatives régionales pour répondre à un contexte local.

Les AASQA/Atmo France, en tant que partenaires désignés du dispositif de phytopharmacovigilance (PPV), transmettent l'ensemble de ces données à l'Anses depuis 2016. Il est ainsi démontré aujourd'hui que des pesticides sont mesurables dans l'air ambiant en zone agricole comme en zone urbaine tout au long de l'année. Il n'existe toutefois pas de dispositif réglementaire de surveillance des pesticides dans l'air. De ce fait, les campagnes régionales volontaires de suivi menées jusqu'en 2018 n'étaient pas forcément homogènes, tant sur les plans spatial, temporel et météorologique que sur le choix des molécules recherchées, limitant leur comparabilité. Ainsi, malgré la richesse des informations collectées, il apparaissait donc difficile d'avoir une vision homogène du niveau d'exposition via l'air ambiant de la population générale à l'échelle nationale. Par ailleurs, il n'existe pas de seuils réglementaires concernant les pesticides dans l'air (seuils sanitaires ou seuils de qualité au sens du Livre II, Titre II du code de l'environnement). *In fine*, l'évaluation de l'exposition et des risques sanitaires liés aux pesticides dans l'air pour la population générale reste complexe sur la base des données existantes.

Dans ce contexte, les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et du travail avaient souhaité donner à la surveillance des pesticides dans l'air ambiant une dimension nationale en saisissant l'Anses en 2014. L'objet de cette saisine consistait à proposer une liste de substances prioritaires à mesurer dans l'air ambiant et à définir les modalités pour une telle surveillance nationale (Anses, 2017) pour, à terme, évaluer les risques liés à l'exposition aux pesticides par voie aérienne. À la suite de ces travaux d'expertise publiés en 2017, l'Anses a proposé de réaliser, pour tester le protocole proposé, une campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant (CNEP), campagne qui a été réalisée en collaboration avec les partenaires de la PPV, Atmo France (AASQA) et le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air / Institut national de l'environnement industriel et des risques (LCSQA/Ineris). La mise en œuvre d'une telle campagne avait pour objectif de réaliser des mesures de pesticides dans l'air ambiant sur un ensemble de sites répartis sur tout le territoire national, incluant les départements et régions d'Outre-mer (DROM), et sur une année complète.

La contamination, ici qualifiée en situation « de fond » (hors proximité de parcelle, c'est-à-dire sur des sites *a minima* distants d'une centaine de mètres), de la population générale a pu ainsi être approchée.

Dans ce chapitre, une analyse a été effectuée par rapport aux données issues de la CNEP pour les substances détectées par Générations Futures et autorisées sur pommes de terre et maïs en considérant :

- Une analyse des résultats de la CNEP en métropole sur les aspects suivants :
 - o Description des fréquences de quantification (FQ) ;
 - o Comparaison des FQ sur grandes cultures par rapport aux différents profils agricoles étudiés dans la CNEP (grandes cultures, arboricultures, vignes) ;
 - o Description de la variabilité annuelle des FQ, en particulier sur les sites grandes cultures.
- Une analyse des résultats issus du site de West-Cappel, site grandes cultures situé à une trentaine de kilomètres du site retenu dans l'étude de Générations Futures (Figure 13ci-dessous).

Vue aérienne des sites dans un rayon de cinq kilomètres

site 10042 (WEST-CAPPEL)

culture dominante : **Grandes cultures** - culture secondaire : sans
 part de vignes : 0%, part de grandes cultures : 96,4%, part de vergers : 0%, part de zones urbanisées : 2,6%, part de cultures complexes : 0%
 population dans un rayon de 5 km : 6711 habitants, population de la commune : 606 habitants
 distance à la plus proche parcelle : **90 mètres**

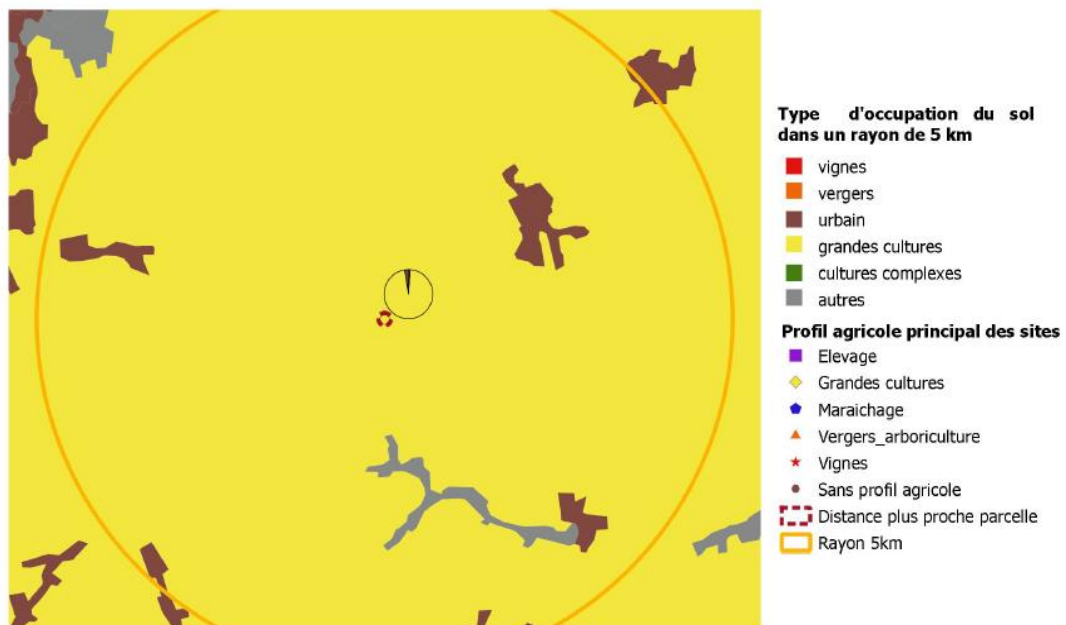


Figure 13 : Descriptif du site de West-Cappel (dans un rayon de 5 km), situé dans le même département que le site de Générations Futures

Cette mise en perspective doit permettre de déterminer si, pour les substances quantifiées par Générations Futures :

- une cohérence spatiale et temporelle est observée en situation de fond (CNEP), et plus particulièrement sur des profils agricoles similaires ;
- cette étude apporte des informations nouvelles sur certaines substances par rapport à la CNEP (des substances qui seraient quantifiées en situation de proximité, mais pas en situation de fond), ou spécifiquement dans cette zone géographique.

5.1.1 Limites de la comparaison de données de la CNEP avec celles de Générations futures

Un certain nombre de différences entre les deux types d'études peuvent être identifiées :

- Les distances des points de mesures par rapport aux parcelles traitées sont très différentes : situation de fond pour la CNEP (sites à partir d'environ 100 mètres jusqu'à quelques kilomètres de la parcelle la plus proche) vs situation de proximité (1 et 33 mètres) dans le cas de Générations Futures ;
- Pour la CNEP, compte tenu des objectifs, le dimensionnement de la campagne et le choix des sites ne permettent pas d'avoir une approche fine sur les sources ; on parle donc de profil agricole dominant. En effet dans cette étude, les données globales annuelles (FQ et concentrations) par profil agricole n'ont pas permis de distinguer des substances exclusivement liées à certaines cultures. Certaines substances sont majoritairement associées à certains profils agricoles sans pour autant être complètement absentes des autres profils, ceci pouvant être lié au fait que les différents sites de mesure ne sont pas définis à 100 % par un seul profil agricole dans un rayon de 5 km (exemple du site de Colmar ci-dessous pour lequel différents profils agricoles peuvent être identifiés mais un seul a finalement été retenu comme culture dominante) (Figure 14).

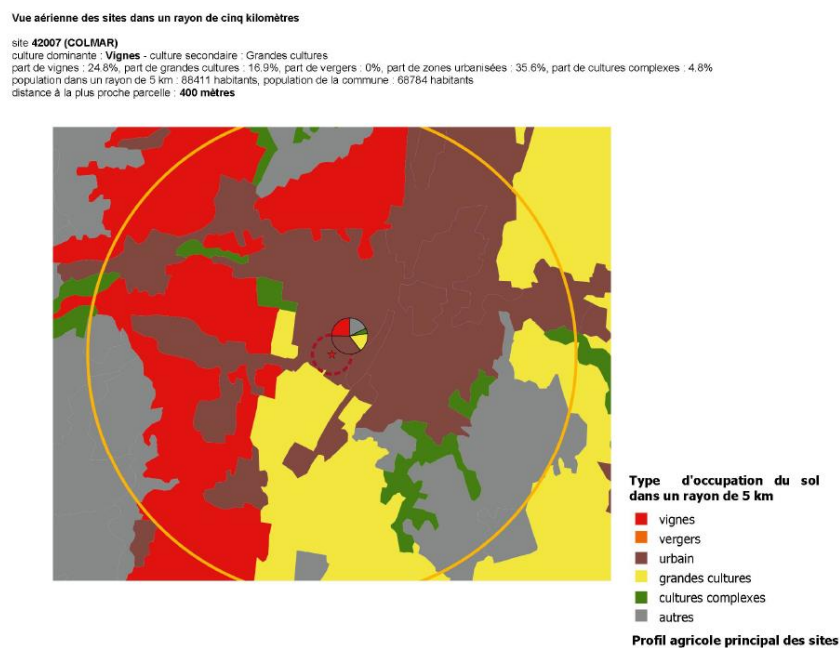


Figure 14 : Exemple de site complexe pour déterminer nettement un profil agricole dominant (dans ce cas, la vigne est dominante, même si les grandes cultures sont très importantes)

- Une comparaison a été réalisée sur des années d'études différentes 2018-2019 pour la CNEP vs 2021 pour cette étude de Générations Futures. Comme l'a montré l'analyse faite pour les substances dans le chapitre précédent, en l'espace de deux ans, de nombreuses substances ont vu des modifications, des restrictions voire des interdictions d'usage. De plus, nous sommes sur deux années agronomiques différentes, et donc potentiellement sur des pressions biologiques différentes ;

- Sur des protocoles différents (échantillonneurs actifs pour la CNEP vs passifs pour l'étude de Générations Futures) ;
- Lors de la CNEP, l'exposition des capteurs s'est faite sur une période plus courte que pour l'étude de Générations Futures (7 jours vs 3 semaines). Cela a des répercussions multiples, notamment sur la quantité de substance active piégée ;
- Les mesures lors de la CNEP ont été effectuées sur toute l'année (période d'épandage et hors épandage) et l'étude de Générations Futures a été réalisée entre avril et septembre (période supposée d'application principale sur pommes de terre) ;
- Enfin, nous comparons également des données produites en ng/m³ pour la CNEP avec des quantités en ng piégées pour l'étude de Générations Futures : une comparaison quantitative n'est donc pas possible, elle reste qualitative.

5.1.2 Substances avec usages pommes de terre autorisés lors de l'étude Générations Futures

Metribuzine

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Cette substance a été très peu quantifiée (<0,5 %) ;
- Il est impossible de pouvoir dégager une analyse temporelle et spatiale avec un si faible nombre de quantifications.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Une seule quantification a été enregistrée début juin.

Cette substance n'est quasiment jamais quantifiée sur l'ensemble de la CNEP (en situation de fond). Sur le site de l'étude de Générations Futures, la métribuzine a été retrouvée en période d'application lors de la première période (en mai), ce qui est relativement en accord avec la mesure issue du site de West-Cappel (première semaine de juin).

Prosulfocarbe

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le prosulfocarbe a été fréquemment quantifié (fréquence de quantification de 34,91 %) ;
- L'analyse du comportement temporel montre deux pics (en termes de fréquence de quantification et de concentrations) au cours de l'année, un à l'automne et un au mois de mai.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- La fréquence de quantifications sur ce site est supérieure à 80 % sur l'année, et sur l'ensemble des 12 sites grandes cultures de la CNEP, cette substance est la deuxième la plus quantifiée.

Dans l'étude de Générations Futures, c'est le prosulfocarbe qui est la substance la plus retrouvée (en quantités récupérées). Bien que ces quantités ne puissent être directement extrapolées en termes de concentrations présentes, on observe une certaine cohérence avec la CNEP dans laquelle le prosulfocarbe présente les concentrations les plus élevées. De même, les quantités mesurées dans l'étude de Générations Futures sont décroissantes entre juin et septembre, ce qui est également cohérent avec la CNEP (décroissance progressive après le pic de la période d'application).

Clomazone

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- La clomazone a été peu quantifiée (fréquence de quantifications < 5 %) ; les sites grandes cultures se dégagent très nettement par rapport aux autres profils agricoles.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- La quantification sur ce site est très importante et les concentrations montrent une évolution avec un pic sur mai et juin, ce qui est spécifique à ce site dans le Nord de la France.

Dans l'étude de Générations Futures, comme dans la CNEP, la clomazone est présente dans l'air au même moment que son application potentielle sur pommes de terre dans le Nord de la France. Les deux études sont cohérentes.

Fluopyram

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le fluopyram a été faiblement quantifié (fréquence de quantifications < 5 %) ; les sites grandes cultures ne se dégagent pas par rapport aux autres profils agricoles.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- La quantification sur ce site est nulle, un seul échantillon présente des traces (identification de la substance sans pouvoir la quantifier).

La faible quantification (fréquence et quantité piégée) du fluopyram lors de l'étude de Générations Futures est cohérente avec les résultats de la CNEP.

Fluazinam

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le fluazinam a été faiblement quantifié (fréquence de quantifications < 5 %) ; les sites grandes cultures sont ceux qui présentent les fréquences de quantifications les plus importantes par rapport aux autres profils agricoles ;

- Concernant les concentrations, les sites grandes cultures présentent des concentrations plus fortes (parfois d'un facteur 10) par rapport aux autres sites (vignes et sans profil agricole en particulier).

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- La quantification sur ce site est la plus élevée parmi l'ensemble des sites grandes cultures (41,5 %), avec la quantification la plus élevée sur l'ensemble de la CNEP ;
- Il s'agit du site avec la concentration moyenne annuelle en fluazinam la plus forte parmi les 50 sites de la CNEP ;
- Les pics de concentrations sont observés en juin et en septembre.

Les résultats de la CNEP (en situation de fond) et de Générations Futures (en situation de proximité) sont donc cohérents pour cette substance.

Phosmet⁹

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le phosmet a été très peu quantifié (0,16 % en fréquence de quantifications) ;
- Une quantification a été faite sur un site grandes cultures situé en Normandie et une quantification sur un site en arboriculture.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Aucune quantification n'a été enregistrée.

Comme pour la CNEP, la fréquence de détections est faible et la seule quantification observée par Générations Futures a été réalisée lors de la dernière période, période à laquelle la substance n'est pas supposée être appliquée sur pommes de terre.

5.1.3 Substances avec usages maïs autorisés lors de l'étude Générations Futures

Dimethinamide-P

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le dimethinamide-P a été peu quantifié (fréquence de quantifications autour de 1 %) ;
- Les sites grandes cultures sont ceux qui présentent les teneurs les plus élevés par rapport aux autres profils agricoles ;

⁹ L'Anses a procédé au retrait des autorisations de mise sur le marché et permis de commerce parallèle de produits phytopharmaceutiques à base de phosmet, suite à l'entrée en vigueur des règlements d'exécution (UE) 2021/2081 du 26 novembre 2021 et 2022/94 du 24 janvier 2022 concernant le non-renouvellement de l'approbation du phosmet (fin de vente et de distribution fixée au 01/08/2022, fin d'utilisation des stocks de produits fixée au 01/11/2022).

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance est bien quantifiée sur ce site et à la fin du printemps.

La présence dans l'air observée dans la CNEP (situation de fond) est donc cohérente avec celle de Générations futures (situation de proximité), également sur les périodes de quantification.

S-métolachlore (résultat rendu en métolachlore total [somme des énantiomères])

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le métolachlore a été assez souvent quantifié (fréquence de quantifications autour de 35 %) ;
- Tous les profils agricoles présentent des fortes quantifications et des concentrations du même ordre de grandeur ;
- Sur certains sites (présentant une part non négligeable de grandes cultures), on observe un pic relatif de concentration en mai lors de la période d'usage sur grandes cultures.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance est retrouvée sur ce site à une fréquence de quantification proche de la fréquence nationale, avec des quantifications au printemps et à l'été.

Il y a une cohérence entre la mesure en situation de fond (CNEP) et en situation de proximité (Générations Futures), y compris en termes de périodes de quantification.

Pendiméthaline

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- La pendiméthaline a été largement quantifiée (fréquence de quantifications autour de 65 %, deuxième valeur après le lindane) ;
- Pour cette substance, on observe une contamination ubiquiste, aucun profil agricole ne se démarquant des autres ;
- Une variabilité importante des fréquences de quantifications est observée entre les mois de mai – juin (FQ autour de 80 %) et juillet – septembre (FQ décroissante, de 27 % à 9 %), pour remonter au-delà de 50 % à partir d'octobre.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance est retrouvée sur ce site avec une fréquence de quantification de 95% ;
- Les concentrations les plus fortes sont observées entre octobre et décembre.

La présence dans l'air observée dans l'étude Générations Futures, principalement en période 1 et dans une moindre mesure en période 2 et 5 est en cohérence avec les périodes

d'application. Sur les périodes suivantes, les résultats de l'étude Générations Futures, avec des quantités piégées environ 8 fois plus faibles que sur la période 1, sont en cohérence avec celles de la CNEP.

5.1.4 Substances avec d'autres usages autorisés (pas d'usage autorisé sur pommes de terre et maïs)

Propyzamide

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le propyzamide a été quantifié à une fréquence autour de 15 %, se situant dans le top 10 ;
- Pour cette substance, on observe une contamination ubiquiste, aucun profil agricole ne se démarquant des autres concernant la présence du propyzamide dans l'air ;
- Une variabilité importante des teneurs est tout de même observée, avec des concentrations supérieures d'un facteur 10 sur les sites grandes cultures.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance a été quantifiée à 32 % de fréquence de quantification sur ce site ;
- Les concentrations les plus fortes ont été observées pour les mois de mai et juin.

La présence du propyzamide dans l'air observée dans la CNEP, et plus particulièrement le comportement sur les sites grandes cultures, montrent que cette substance peut se retrouver en situation de fond pendant les mesures du printemps – été. Il n'est donc pas surprenant de la détecter sur les deux premières périodes (mai – juin) dans le cadre de l'étude de Générations Futures.

Triallate

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le triallate a été très quantifié, avec une fréquence autour de 40 %, se situant dans le top 5 ;
- Pour cette substance, on observe une contamination ubiquiste, aucun profil agricole ne se démarquant des autres concernant la présence du triallate dans l'air ;
- Une variabilité nette des teneurs est difficile à dégager entre les différents profils agricoles et les profils sans pression. Toutefois les concentrations moyennes annuelles sont légèrement plus importantes sur la plupart des sites en grandes cultures.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance est quantifiée à presque 100 % sur ce site ;
- Les concentrations les plus fortes sont observées pour le mois d'avril et juillet.

La présence dans l'air observée dans la CNEP, et plus particulièrement le comportement sur les sites grandes cultures, montrent que cette substance peut se retrouver en situation de fond, avec les pics les plus importants pendant la période octobre – janvier sur la plupart des

sites (mais d'avril à juillet sur le site le plus proche, West-Cappel). Il n'est donc pas surprenant de la détecter tout au long des six périodes (mai – septembre 2021) et sur les deux capteurs (sans qu'il soit possible d'établir de gradient) dans le cadre de l'étude de Générations Futures.

Pyriméthanil

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le pyriméthanil a été quantifié avec une fréquence autour de 7 % ;
- Pour cette substance, on observe une contamination de tous les profils agricoles, avec des fréquences de quantification légèrement plus importantes pour des sites viticoles ;
- Une variabilité nette des teneurs est difficile à dégager entre les différents profils agricoles et les profils sans pression. Toutefois les concentrations moyennes annuelles sont légèrement plus importantes sur la plupart des sites en grandes cultures.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance présente une fréquence de quantifications de 23 %, nettement supérieure à la moyenne nationale ;
- Les concentrations les plus fortes sont observées en avril, puis de juin à fin septembre.

La présence dans l'air observée dans la CNEP et plus particulièrement le comportement sur les sites grandes cultures montrent que le pyriméthanil peut se retrouver en situation de fond, avec une présence plus importante au mois d'avril. Comme pour la CNEP, Générations Futures ne l'a pas détecté en mai, mais plutôt sur la période de juin à août.

Cyprodinil

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le cyprodinil a été quantifié avec une fréquence autour de 8 % ;
- Pour cette substance, on observe une contamination sur tous les profils agricoles, avec des fréquences de quantification légèrement plus importantes pour des sites viticoles ;
- Les concentrations moyennes annuelles sont plus importantes sur les sites viticoles.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance présente une fréquence de quantification de 11 %, proche de la moyenne nationale ;
- Les concentrations les plus fortes sont observées en avril et fin juin.

La présence dans l'air observée dans la CNEP et les résultats à West-Cappel montrent que le cyprodinil peut se retrouver en situation de fond, avec une présence plus importante au mois d'avril. Comme pour la CNEP, Générations futures ne l'a pas détecté en mai, mais plutôt sur la période entre juin et août.

Diféconazole

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le diféconazole a été très peu quantifié (< 1 %) ;
- Pour cette substance, on observe une contamination essentiellement des sites en arboriculture et en viticulture, avec 0 % de fréquence de quantification en site grandes cultures ;
- Les concentrations moyennes annuelles sont plus importantes sur les sites arboricoles et viticoles.

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance a été uniquement retrouvée une fois sur ce site (seul site avec valeur entre LD et LQ pour toute la campagne).

Le diféconazole est très peu quantifié dans la CNEP et souvent à l'état de traces (cas unique pour le site grandes cultures de West-Cappel). Dans son rapport de 2020, le LCSQA souligne que pour le préleveur actif déployé lors de la CNEP, l'efficacité de piégeage pour cette substance est limitée. Dans l'étude de Générations Futures, les valeurs mesurées sur les deux campagnes sont trop proches de la limite de quantification pour être exploitées, ce qui est cohérent avec la CNEP.

Métazachlore

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le métazachlore a été peu quantifié (environ 2 %) ; Pour cette substance, on observe essentiellement une contamination des sites grandes cultures et des sites sans profil agricole ;
- Les concentrations moyennes annuelles sont plus importantes sur les sites grandes cultures (10 fois de plus que sur les sites en arboriculture par exemple) ;

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance a été quantifiée comme au niveau national (environ 2 %) ;
- Les concentrations les plus fortes sont observées en septembre ;

Le métazachlore a été peu quantifié dans la CNEP et essentiellement sur des sites grandes cultures. Dans l'étude de Générations Futures, la seule valeur avec quantification est de 1,2 fois la LQ : cette quantification a lieu lors de la campagne 6 (septembre), au même moment que la période maximale de quantification en situation de fond, ce qui est cohérent avec la CNEP.

Piperonyl Butoxide (PBO)

Analyse par rapport aux résultats CNEP en métropole :

- Le PBO a été très peu quantifié (< 1 %) ;

- Pour cette substance, on observe essentiellement une contamination des sites en arboriculture, avec quelques quantifications sur des sites en grandes cultures ;
- Les concentrations moyennes annuelles sont plus importantes sur les sites en arboriculture (10 fois de plus que sur les autres typologies de sites).

Analyse par rapport aux résultats CNEP sur le site de West-Cappel :

- Cette substance a été quantifiée une seule fois en hiver.

Le PBO a été peu quantifié dans la CNEP et essentiellement sur des sites en arboriculture. Dans l'étude de Générations Futures, la seule valeur quantifiée est trop proche de la LQ pour être exploitée, ce qui est cohérent avec la CNEP.

5.1.5 Substances sans usage autorisé en 2021

Les quatre substances sans usage autorisé en 2021 et détectées dans l'étude de Générations Futures (situation de proximité, < 100 mètres de la parcelle) l'ont également été dans le cadre de la CNEP (situation de fond, > 100 mètres de la parcelle). Cependant, il est important de souligner que les deux campagnes ont eu lieu à des moments différents, la CNEP en 2018-2019 et l'étude de Générations Futures en 2021. En termes d'usages autorisés, il s'avère que pour 3 des 4 substances, le chlorotalonil, le chlorpyrifos-éthyl et 2,4-DB le statut réglementaire de ces substances est différent au moment de la CNEP et lors de l'étude, plus récente, de Générations Futures. Pour ce qui est du lindane, son usage agricole est interdit depuis 1998 (donc déjà pendant la CNEP).

Dans le Tableau 4 sont présentés les résultats des deux études pour le lindane, le chlorotalonil, le chlorpyrifos-éthyl et 2,4-DB.

Tableau 4 : Comparaison des résultats entre cette étude et la CNEP pour les 4 substances interdites en 2021 et détectées dans l'étude de Générations Futures (valeurs de l'étude de Générations Futures exprimées en ng)

	Période 1		Période 2		Période 3		Période 4		Période 5		Période 6		CNEP - Métropole	
	Capt .2	Capt .1	Capt .2	Capt .1	Capt .2	Capt .1	Capt .2	Capt .1	Capt .2	Capt .1	Capt .2	Capt .1	Cmoy (ng/m ³)	FQ (%)
Lindane	12	13	14	7,9		6,5		7,5			6,1	5	0,06	79,6 7
Chlorotalonil	270	99			42	110	53	125	70	75			0,24	21,7 5
Chlopyrifos ethyl			20	13	10	16							0,016	5,44
2,4 DB											25		0,016	0,1

5.1.5.1 Substances interdites avant la CNEP

Lindane

En France, cette substance a été interdite d'usage agricole à compter du 31 mars 1998. Le règlement (CE) N°850/2004 de la Commission européenne a prévu un arrêt total de son utilisation au 31 décembre 2007. Cependant, malgré cette interdiction d'usage, le lindane est présent de façon ubiquitaire dans l'air extérieur. Les mesures réalisées en France dans des logements, des écoles et des bureaux montrent également sa présence quasi systématique dans l'air intérieur et les poussières déposées au sol.

Même si les quantités détectées par Générations Futures sont proches de la LQ, la substance est quasi systématiquement retrouvée (5 périodes sur 6) mais à des quantités faibles, ce qui est cohérent avec l'étude de la CNEP.

Plusieurs hypothèses sont émises quant aux sources de relargage de ce composé vers l'air :

- Soit par le relargage depuis des matériaux en bois ayant été traités au lindane à l'extérieur dans le passé ;
- Soit par émission des anciens sites de production, transformation ou stockage ;
- Soit par émission depuis les sols agricoles, compte tenu de sa présence toujours importante (ex. campagne RMQS 2013) ;
- Soit par des transports longue distance.

5.1.5.2 Substances interdites après la CNEP

2,4-DB

Le 2,4-DB est un herbicide ré-approuvé au titre du règlement (CE) N°1107/2009, depuis le 01/11/2017 et jusqu'au 31/10/2032. Cependant, la seule préparation autorisée en France au moment de la rédaction de la fiche PPV (source Anses-base TOP au 21/03/2018)¹⁰ contenant du 2,4-DB disposait d'une AMM pour les produits phytopharmaceutiques pour les 2 usages suivants :

- Porte graines * Désherbage ;
- Légumineuses fourragères * Désherbage.

D'après une analyse de la base E-phy, la substance ayant été récemment interdite¹¹ ,:

- Les usages des produits ont été retirés au 06/11/2019 ;
- La fin de distribution des produits a été fixée au 30/04/2020 ;
- La fin d'utilisation des stocks de produits a été fixée au 30/04/2021.

D'après la fiche PPV réalisée en 2018, cette substance ne présente pas d'usages biocides autorisés et elle n'est pas utilisée dans les médicaments antiparasitaires à usage vétérinaire.

Concernant les mesures dans la CNEP, elle n'avait quasiment pas été quantifiée.

¹⁰ https://www.anses.fr/fr/system/files/Fiche_PPV_24DB.pdf

¹¹ <https://ephy.anses.fr/ppp/embutone-rl-400>

Chlorothalonil

Pour ce qui concerne le chlorothalonil, l'Anses a procédé au retrait de 25 autorisations de mise sur le marché et de 8 permis de commerce parallèle de produits phytopharmaceutiques à base de la substance active chlorothalonil, suite à l'entrée en vigueur du règlement (UE) N°2019/677 portant sur le non-renouvellement de l'approbation de cette substance. Plus particulièrement, les étapes ont été les suivantes :

- Les autorisations ont été retirées au 20/11/2019 ;
- La fin de vente et de distribution a été fixée au 20/02/2020 ;
- La fin d'utilisation des stocks de produits a été fixée au 20/05/2020.

Cela explique donc la quantification très importante lors de la CNEP (2018-2019) en situation de fond (> 100 mètres), avec des pics de concentrations au printemps, car la substance était encore utilisée à ce moment-là. La quantification de ce composé dans le cadre de l'étude de Générations Futures peut indiquer :

- Soit une rémanence puis un relargage dans les sols de ce composé (Leistra M. et Van den Berg F., 2007), car il a été également quantifié par de nombreuses AASQA dans le cadre des campagnes de surveillance régionales en 2021 ;
- Soit des usages non conformes.

Chlorpyrifos-éthyl

L'Anses a procédé au retrait de 9 autorisations de mise sur le marché et 1 permis de commerce parallèle de produits phytopharmaceutiques à base des substances actives chlorpyrifos-éthyl et chlorpyrifos-méthyl, suite à l'entrée en vigueur des règlements (UE) N°2020/18 et N°2020/17 concernant le non-renouvellement de l'approbation de ces substances.

Plus particulièrement, les étapes ont été les suivantes :

- Les autorisations ont été retirées au 16/02/2020 ;
- La fin de vente et de distribution a été fixée au 16/04/2020 ;
- La fin d'utilisation des stocks de produits a été fixée au 16/04/2020.

Même si les quantités détectées par Générations Futures sont moins importantes et moins nombreuses par rapport à celles du chlorothalonil, les conclusions peuvent être similaires à celles émises pour le chlorothalonil, compte tenu du calendrier de retrait assez proche.

5.1.5.3 Autres substances non quantifiées par l'étude de Générations Futures et retrouvées dans la CNEP

Des substances qui sont fréquemment retrouvées dans l'air lors de la surveillance régionale ou nationale des AASQA (ex. tébuconazole) n'ont pas été détectées dans l'étude Générations Futures. Le tébuconazole est autorisée sur maïs et la substance a été vendue en 2020 sur la commune de l'étude de Générations Futures (annexe 1). Cela traduit une des limites de la comparaison entre campagnes avec des protocoles différents (échantillonneurs passifs vs actifs), sans connaître le programme de traitement, les débits d'échantillonnage et les taux d'accumulation, ni maîtriser l'environnement local en termes de cultures avoisinantes autour des capteurs des deux études.

5.2 Apport par rapport à d'autres études sur les distances de sécurité

Une analyse de l'étude « Pesticides c'est dans l'air » a été également menée via une mise en perspective avec des travaux captés par le dispositif de veille de la phytopharmacovigilance. Au niveau européen, des travaux ont été réalisés ces dernières années pour étudier l'exposition des riverains aux pesticides appliqués localement. Le choix a porté sur l'étude PROPULPPP, réalisée en Wallonie, car elle a été réalisée dans une zone agro-climatique proche de celle de l'étude faisant l'objet de ce rapport (Ruthy *et al.*, 2019).

L'objectif du projet PROPULPPP était de collecter des données factuelles pour évaluer, de manière plus précise, l'exposition non alimentaire aux produits phytopharmaceutiques (PPP) des populations vivant en bordure de champs traités par pulvérisation. L'étude a été réalisée conjointement par le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRAW), l'Université de Liège (ULiège-Gembloux-AgroBioTech) et l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP), qui en a assuré le pilotage.

L'étude comportait 4 volets expérimentaux :

- Mesure de l'évolution de la teneur en PPP dans l'air en bordure de champ (entre 0 et 50 m) à différents temps (2 h à 48 h après l'application), via la mise en place d'un site expérimental ;
- Analyse approfondie de la dérive sédimentaire sur un site expérimental ;
- Mesure de l'exposition à plus longue distance de l'application (> 100 m) et à plus long terme ;
- Mesures de contamination dans des sites spécifiques riverains de champs (cours d'écoles, intérieur des classes et jardins de particuliers).

Deux approches méthodologiques ont été déployées pour atteindre l'objectif fixé : 1) la mise en œuvre d'essais de pulvérisation de traceurs en tunnel à vent et sur site ; 2) la réalisation de campagnes de mesures de la dispersion de PPP à l'occasion de traitements par pulvérisation réalisés en conditions réelles.

Pour chacune de ces approches, des essais avec ou sans buses antidérive, avec ou sans barrière physique ont pu être réalisés permettant ainsi une évaluation de l'efficacité de la mise en œuvre de ces mesures sur la réduction de la dispersion des PPP.

Dans le cadre de cette analyse faite par les experts du GT PPV, ont été uniquement considérés les travaux sur la réalisation de campagnes de mesures de la dispersion de PPP à l'occasion de traitements par pulvérisation réalisés en conditions réelles.

Nous rappelons ci-après, brièvement, le protocole de ce volet de PROPULPP. En site expérimental (froment, pommes de terre et maïs), 7 pulvérisations, réalisées selon les bonnes pratiques agricoles, ont été suivies, au cours desquelles la dispersion de 19 substances actives a été étudiée. Entre mars et septembre 2018, soit au cours d'une seule saison culturale et dans les conditions météorologiques particulières de l'année, plusieurs campagnes de mesure de dispersion des PPP ont été réalisées en parcelles expérimentales.

Pour ce qui concerne les campagnes réalisées in situ, le recours à une technique d'analyse multi-résidus (screening) a permis de mesurer non seulement la dispersion des substances actives appliquées sur les champs étudiés (essentiellement des grandes cultures dont une en agriculture biologique et un verger) mais également de celles utilisées dans leur environnement proche. Au cours de chacune des campagnes, trois types de capteurs différents ont été utilisés pour collecter, avec une efficacité propre à leur principe de

fonctionnement, les PPP se dispersant à la fois par transfert d'aérosols liquides (« brouillard de SA ») et de vapeur et les dépôts à la surface par dérive sédimentaire. Des prélèvements sur les surfaces d'équipements situés à l'extérieur et à l'intérieur des écoles ayant fait l'objet d'un suivi ont également été réalisés. Une partie de ce travail a donc été comparé à celui réalisé par Générations Futures. Les principales convergences et divergences sur le protocole sont listées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Comparaison des caractéristiques et principales différences entre l'étude de Générations Futures et l'étude PROPULPPP en Belgique

	Etude Pesticides c'est dans l'air (Générations Futures)	PROPULPPP	Différences
Type de cultures	Pommes de terre, maïs	Pommes de terre, froment, maïs	Pas de cultures en froment sur les parcelles avoisinantes lors de l'étude par Générations Futures
Nombre substances mesurées	75	19	Générations Futures a cherché beaucoup plus de substances, 4 substances quantifiées dans les deux études (clomazone, métribuzine, prosulfocarbe et pendimethaline)
Unité de mesure	ng piégées	Concentrations ng/m ³	<i>Comparaison quantitative impossible</i>
Période	Mai à septembre 2021	Mai à août 2018	Similaire en termes de saisons couvertes, mais pas la même année
Durée échantillonnage	3 semaines	48 heures, avec sous-échantillonnage intermédiaire	Exposition intégratrice vs courte
Echantillonneurs	Capteur passif Tisch	Plusieurs capteurs passifs (papier cellulose) + capteurs actifs	Capteurs passifs différents, capteur actif uniquement dans PROPULPPP
Distance entre capteurs	Annoncée 1 et 33 mètres d'une parcelle, influence croisée	Plusieurs capteurs (respectivement à 1, 6, 10, 25, 50 mètres de la parcelle)	Les distances sont différentes
Connaissance des vents	Globale	Oui	Connaissance du vent sur le site de PROPULPPP
Barrières/obstacles	Haies naturelles de taille inconnue, pas explicité dans le rapport	Oui, présence ou pas d'un écran	Le protocole de l'étude de Générations Futures ne permet pas d'évaluer l'impact des barrières

	Etude Pesticides c'est dans l'air (Génération Futures)	PROPULPPP	Différences
Information sur l'application des PPP localement	Non pas directement	Oui, 7 pulvérisations Informations sur l'heure, la dose et sur l'utilisation ou pas de buses anti-dérive	L'étude de Génération Futures ne dispose pas d'information directe sur l'application des composés étudiés sur la zone d'étude, ni sur le matériel utilisé

La méthode déployée par les équipes belges a également permis d'obtenir plusieurs résultats, discutés ci-après au regard des résultats de l'étude de Génération Futures. En particulier :

- **PROPULPPP : Effets de la distance** : Les **dépôts mesurés** au sol diminuent avec l'éloignement de la zone de pulvérisation. Par contre, les **concentrations** de pesticides dans l'air ne montrent pas de tendance nette à la diminution en fonction de la distance au champ traité.
 - Les dépôts au sol n'ont pas été mesurés par Génération Futures, ce qui ne permet pas de comparer les deux études. Les résultats portant sur la fraction dans l'air n'étant pas exprimés dans la même unité, la comparaison n'est pas possible quantitativement. Concernant l'effet de la distance de ces derniers, les limites du protocole de Génération Futures ne permettent pas de conclure, même si on observe pour certaines substances une quantité piégée très supérieure dans le capteur 2 (plus proche de la parcelle en pommes de terre) par rapport au capteur 1 ;
- **PROPULPPP : Effets du temps** : Les **dépôts mesurés** au sol diminuent en fonction du temps depuis l'application. La diminution des dépôts est principalement marquée dans les premières heures qui suivent l'application (h+2).
 - Le manque d'information sur l'application des produits phytopharmaceutiques dans le cadre de l'étude de Génération Futures ne permet pas de statuer sur un effet du temps. Cependant, l'estimation macroscopique des périodes d'application potentielles des substances dans le Nord montre une certaine cohérence avec les résultats de Génération Futures, avec un phénomène de « décroissance » des quantités entre la mesure initiale la plus élevée et les périodes suivantes (assez notable pour certaines substances, comme le prosulfocarbe ou la pendiméthaline) ;
- **PROPULPPP : Omniprésence et diversité des PPP** : Les mesures des dépôts sur le terrain et des concentrations dans l'air ont montré la diversité des PPP identifiés mais aussi l'omniprésence de certaines substances dans l'environnement pendant et après les périodes de pulvérisation.
 - Ce constat peut être également fait dans le cadre de l'étude de Génération Futures car de nombreuses substances retrouvées en situation de proximité

l'avaient également été en situation de fond (CNEP). De plus, la quasi-totalité des substances vendues sur la commune de l'étude « Pesticides c'est dans l'air », avec des usages maïs et pommes de terre autorisés, a été retrouvée dans l'air. Compte tenu du tonnage important pour certaines substances dans la commune, il n'est pas exclu que des pulvérisations sur d'autres parcelles « proches mais hors site d'étude Générations Futures » contribuent à cette omniprésence ;

- **PROPULPPP : Effets des moyens techniques** : L'utilisation de **buses anti-dérive** ou d'**écrans perméables en bordure de champs** impactent concrètement et significativement la dérive sédimentaire.
 - Compte tenu du protocole déployé par Générations Futures, une comparaison n'est pas possible.

Comme indiqué précédemment, cette comparaison a porté uniquement sur un des volets de PROPULPPP, qui avait des objectifs similaires à celui de l'étude de Générations Futures et n'a pas vocation à être exhaustive.

6 Evaluation de la faisabilité de comparer les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec les niveaux d'exposition estimés pour les résidents et les personnes présentes dans le cadre de la procédure d'AMM (Règlement (CE) N° 1107/2009)

La méthodologie actuellement utilisée dans le cadre de l'évaluation des dossiers des demandes de produits phytopharmaceutiques est basée sur le document guide de l'EFSA (EFSA, 2022)¹².

En ce qui concerne les personnes présentes et les résidents, le document guide de l'EFSA décrit actuellement une méthodologie d'évaluation de l'exposition s'appliquant à un mode d'application par pulvérisation. Pour les autres types de traitement dont la mise en œuvre est moins courante, comme par exemple la fumigation et le poudrage, les données d'exposition disponibles sont peu nombreuses et sont généralement spécifiques aux substances et aux dispositifs utilisés. Ainsi, les modes d'application conduisant à des expositions dont les

¹² EFSA (European Food Safety Authority), Charistou A, Coja T, Craig P, Hamey P, Martin S, Sanvido O, Chiusolo A, Colas M and Istace F, 2022. Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment of plant protection products. EFSA Journal 2022;20(1):7032, 134 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7032>

estimations ne sont pas couvertes par les documents guide de l'EFSA, doivent être documentés notamment en fournissant des études dédiées.

Dans le document guide de l'EFSA, il est précisé que l'évaluation de l'exposition des personnes présentes et des résidents repose sur un nombre de données limitées. En effet, des données et/ou modèles supplémentaires pour estimer l'exposition des résidents et des personnes présentes seraient nécessaires notamment pour mieux renseigner la dérive lors de la pulvérisation dans les cultures hautes, l'exposition à la poussière lors du semis de semences traitées et les différentes voies d'exposition des résidents et des personnes présentes.

6.1 Approche globale de l'évaluation applicable aux personnes susceptibles d'être exposées dont les personnes présentes et les résidents

Etape 1 : Identifier les évaluations des risques requises.

La première étape consiste à établir les évaluations des risques nécessaires. Cela dépend des personnes qui sont susceptibles d'être exposées compte tenu de l'utilisation prévue du produit phytopharmaceutique et également du fait que la substance présente ou non un potentiel de toxicité systémique à partir de l'exposition pendant une seule journée (exposition aiguë) en plus de la toxicité systémique liée à une exposition répétée.

Etape 2 : utilisation des méthodes normalisées d'évaluation de l'exposition de premier niveau.

Pour chaque évaluation des risques jugée nécessaire, les expositions journalières potentielles doivent être évaluées à l'aide de méthodes normalisées lorsqu'elles sont disponibles. Ces méthodes ont été définies pour les scénarios d'exposition les plus courants, qui sont spécifiés en termes de :

- catégorie d'individu exposé (résidents ou personnes présentes),
- type de produit phytopharmaceutique, comme par exemple, s'il s'agit d'un solide ou d'un liquide,
- opérations effectuées avec le produit phytopharmaceutique et l'équipement utilisé, comme par exemple, l'application à l'aide d'équipement monté sur tracteur,
- les usages revendiqués.

Etape 3 : utilisation de méthodes appropriées lorsqu'il n'existe pas de méthodes normalisées d'évaluation de l'exposition de premier niveau ou lorsque d'autres méthodes appropriées sont plus réalistes.

Lorsqu'il n'existe pas de méthode normalisée pour l'évaluation de l'exposition, il est nécessaire d'appliquer une méthode appropriée. Lorsque d'autres méthodes appropriées sont plus réalistes, elles devront être appliquées. Il s'agira normalement d'études de terrain de niveau supérieur avec le nombre nécessaire de sujets (par exemple, comme l'exige l'OCDE (1997)¹³).

Étape 4 : évaluation de l'exposition à un niveau supérieur.

Lorsque les évaluations des risques utilisant des méthodes normalisées ne donnent pas une assurance suffisante en matière de sécurité, ou lorsqu'il n'existe pas de méthode normalisée de premier niveau pour l'évaluation de l'exposition, il sera nécessaire d'utiliser une méthode *ad hoc* dont on peut démontrer qu'elle est scientifiquement plus appropriée. S'il existe de bonnes raisons de conclure que la méthode *ad hoc* fournira une estimation plus fiable et plus réaliste des expositions résultant de l'utilisation envisagée que la méthode normalisée de premier niveau.

Cette conclusion doit tenir compte de la qualité et de la quantité des données sur lesquelles repose l'évaluation *ad hoc* par rapport à la méthode standard ainsi que de la proximité de ces données avec le scénario d'exposition considéré.

Lorsqu'une évaluation de l'exposition à un niveau supérieur non standardisé est utilisée, la justification doit être clairement documentée. Enfin, ces méthodes *ad hoc* seront normalement basées sur des études de terrain de niveau supérieur mesurant l'exposition. Certaines recommandations pour la conduite et l'interprétation de ces études sont incluses dans l'annexe J de la méthodologie de l'EFSA de 2022.

6.2 Principe de la méthodologie des estimations des expositions des résidents et des personnes présentes

Dans le cadre de la méthodologie de l'EFSA les quatre voies d'exposition présentées ci-après sont prises en considération pour l'évaluation de l'exposition des personnes présentes et des résidents.

Les voies d'exposition sont liées :

- à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit,
- aux vapeurs qui peuvent se produire après l'application du produit,
- au contact avec une surface contaminée,
- au contact lors de la rentrée dans les cultures traitées.

¹³ Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application; OECD, 1997.

Exposition des résidents

- **Exposition par voie cutanée et par inhalation à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit**

Les expositions dues à la dérive de pulvérisation doivent être calculées à l'aide de l'équation suivante :

Exposition résidente due à la dérive de pulvérisation = Exposition cutanée x pourcentage d'absorption cutanée¹⁴ + exposition par inhalation.

La méthodologie de l'EFSA prend en compte deux typologies d'application (pulvérisation à rampe pour les grandes cultures et pulvérisation à jet porté pour les vergers et par extrapolation à la vigne) ; elle intègre des distances par rapport à la source et possiblement des mesures de réduction de la dérive de pulvérisation dans l'évaluation quantitative des expositions des résidents et des personnes présentes.

- **Exposition par inhalation aux vapeurs qui peuvent se produire après l'application du produit**

Les expositions à la vapeur sont estimées à l'aide de la méthode développée au Royaume-Uni (CRD, 2008¹⁵) et en Allemagne (Martin et al., 2008¹⁶) basée sur l'exposition moyenne pondérée dans le temps la plus élevée pour une période de 24 heures, en fonction de la volatilité de la substance active.

L'exposition par inhalation des résidents aux pesticides volatilisés est estimée selon la formule de calcul suivante :

SERI = (VC x IR x IA) / BW	
SERI = exposition systémique de la personne présente par inhalation mg/kg de poids corporel/jour	
VC = concentration de substance active volatilisée (mg de substance active/ m ³)	IA = absorption par inhalation (%)
IR = volume d'air respiré par jour en m ³ /j	BW = poids corporel (60 ou 10 kg)

Pour les composés modérément volatils (pression de vapeur $\geq 0,005$ Pa et $< 0,01$ Pa), les expositions doivent être calculées en supposant une **concentration par défaut dans l'air ambiant de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et des taux respiratoires moyens quotidiens tels qu'indiqués dans le tableau 4 du document guide de l'EFSA de 2022¹⁷, ce qui conduit à :

¹⁴ EFSA (European Food Safety Authority), Buist H, Craig P, Dewhurst I, HougaardBennekou S, Kneuer C, Machera K, Pieper C, Court Marques D, Guillot G, Ruffo F and Chiusolo A, 2017. Guidance on dermal absorption. EFSA Journal 2017;15(6):4873, 60 pp. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4873>

¹⁵ CRD (The Chemical Regulation Directorate, UK), 2008. Bystander Exposure Guidance. Available online: <https://www.pesticides.gov.uk/guidance/industries/pesticides/topics/pesticideapprovals/enforcement/resident-and-bystanderexposure-to-pesticides>

¹⁶ Martin S, Westphal D, Erdtmann-Vourliotis M, Dechet F, Schulze-Rosario C, Stauber F, Wicke H and Chester G, 2008. Guidance for Exposure and Risk Evaluation for Bystanders and Residents Exposed to Plant Protection Products during and after Application Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit, 3, 272–281.

¹⁷ Tableau 4 (taux respiratoires par jour) en page 13 du document guide EFSA Journal 2022;20(1):7032

- une valeur pour les adultes de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 0,27 \text{ m}^3/\text{jour par kg} = 4,05 \mu\text{g}/\text{jour par kg} \times 60 \text{ kg} = 243 \mu\text{g}/\text{jour}$;

- une valeur pour les enfants de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 0,8 \text{ m}^3/\text{jour par kg} = 12 \mu\text{g}/\text{jour par kg} \times 10 \text{ kg} = 120 \mu\text{g}/\text{jour}$.

Pour les composés à faible volatilité (pression de vapeur < 0,005 Pa), les expositions doivent être calculées en supposant **une concentration par défaut dans l'air de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$** et des taux respiratoires moyens quotidiens tels qu'indiqués dans le tableau 4 du document guide de l'EFSA de 2022¹⁸, ce qui conduit à :

- une valeur adulte de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 0,27 \text{ m}^3/\text{jour par kg} = 0,27 \mu\text{g}/\text{jour par kg} \times 60 \text{ kg} = 16,2 \mu\text{g}/\text{jour}$;

- une valeur enfant de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 0,8 \text{ m}^3/\text{jour par kg} = 0,8 \mu\text{g}/\text{jour par kg} \times 10 \text{ kg} = 8 \mu\text{g}/\text{jour}$.

Pour les substances ayant une faible pression de vapeur, la concentration de vapeur saturante¹⁹ peut être utilisée comme un outil afin d'affiner l'estimation²⁰.

- **Exposition lors du contact avec une surface contaminée**

L'exposition cutanée due aux dépôts de surface en raison de la dérive de pulvérisation doit être basée sur l'équation suivante (EFSA PPR Panel, 2010)²¹.

SERD = (AR x D x TTR x TC x H x DA)/BW	
SERD : exposition systémique du résident par voie cutanée en mg/kg de poids corporel/jour	
AR : dose appliquée en mg de substance active/cm ²	H = durée d'exposition
D = dérive en % pour 1 ou plusieurs applications	DA : absorption cutanée (%)
TTR : résidus transférables à partir de la pelouse (5% pour les liquides et 1% pour les granulés)*	BW = poids corporel 60 kg (adultes) ou 10 kg (enfants)
TC : coefficient de transfert en cm ² /h, 7300 pour un adulte et 2600 cm ² /h pour un enfant	

L'exposition aux dépôts de surface pour les enfants âgés de moins de 3 ans doit être calculée à l'aide de l'équation suivante :

Exposition cutanée + transfert main-bouche + transfert objet-bouche.

Le **transfert main-bouche** des enfants doit être calculé à l'aide de l'équation suivante :

SOEH= (AR x D x TTR x SE x SA x Freq x H x OA)/BW
--

¹⁸ Tableau 4 (taux respiratoires par jour) en page 13 du document guide EFSA Journal 2022;20(1):7032

¹⁹ La concentration de vapeur saturante est la concentration de vapeur en équilibre avec la substance pure à une température et une pression atmosphérique données. Cette valeur est obtenue directement à partir de la pression de vapeur saturante.

²⁰ European Commission, 2011. HEEG opinion 13 Assessment of Inhalation Exposure of Volatilised Biocide Active Substance.

²¹ EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residue), 2010. Scientific Opinion on preparation of a guidance document on pesticide exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents. EFSA Journal 2010;8(2):1501, 65 pp.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1501>

SOEH = exposition orale systémique de l'enfant par contact main/bouche en mg/kg de poids corporel/j	
AR = dose appliquée en mg de substance active/cm ²	Freq = fréquence des gestes mains/bouches : 9,5 événements/heure
D = dérive en %	H = durée d'exposition en heures (2h)*
TTR = résidus transférables à partir de la pelouse	OA = absorption orale en %
SE = facteur d'extraction de la salive (50%)	BW = poids corporel (10 kg)
SA = surface des mains en cm ² (20 cm ²)	

Le **transfert d'un objet souillé à la bouche des enfants** est calculé à l'aide de l'équation suivante :

SOEO = (AR x D x DRP x IgR x OA)/BW	
SOEO = exposition orale systémique de l'enfant par contact avec un objet souillé en mg/kg de poids corporel/jour	
AR = dose appliquée en mg de substance active/cm ²	IgR = taux d'ingestion pour la mise en bouche d'herbe en cm ²
D = dérive en %	OA = absorption orale en %
DRP = pourcentage de résidus délogeables	BW = poids corporel (10 kg)

- **Estimation de l'exposition des résidents lors de la rentrée**

Lors de la rentrée dans les cultures traitées, qui résulte par exemple de la marche dans une parcelle traitée, seule l'estimation de l'exposition par voie cutanée est estimée. Dans ce cas de figure, l'exposition cutanée est estimée de la même manière que l'estimation de l'exposition du travailleur en considérant une durée d'exposition de 15 minutes sans prendre en compte un éventuel délai pour la rentrée.

Pour l'entrée dans les prairies d'agrément (par exemple, lors d'activités de plein air sur des pelouses traitées), un scénario supplémentaire d'exposition récréative est également calculé, incluant uniquement les dépôts de surface avec un pourcentage de dépôt de 100 %. Pour les enfants, toutes les voies d'exposition aux dépôts de surface sont pertinentes.

- **Estimation de l'exposition totale des résidents et des personnes présentes (adultes et enfants) et évaluation des risques**

Estimation de l'exposition des résidents

Quatre modes d'exposition sont pris en compte dans l'estimation des expositions (dérive de pulvérisation, vapeur, dépôt en surface, rentrée dans les cultures traitées). Les valeurs du 75^{ème} percentile et de la moyenne doivent être calculées pour chaque exposition, le 75^{ème} percentile sera évalué séparément et les moyennes de chaque voie d'exposition seront additionnées, l'exposition finale des résidents est la somme des valeurs moyennes de chaque voie d'exposition.

- Exposition des adultes:

- 1) Exposition par voie cutanée et par inhalation à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit phytopharmaceutique,
- 2) Exposition par inhalation aux vapeurs qui peuvent se produire après l'application du produit,
- 3) Exposition cutanée (indirecte) lors du contact avec une surface contaminée,
- 4) Estimation de l'exposition des résidents lors de la rentrée.

- Exposition de l'enfant :

- 1) Exposition par voie cutanée et par inhalation à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit phytopharmaceutique,
- 2) Exposition par inhalation aux vapeurs qui peuvent se produire après l'application du produit,
- 3) Exposition cutanée (indirecte) lors du contact avec une surface contaminée prenant en compte l'exposition par voie orale (port des mains souillées à la bouche et transfert d'un objet souillé à la bouche),
- 4) Estimation de l'exposition des résidents lors de la rentrée.

Exposition des personnes présentes

L'exposition des personnes présentes est estimée selon le même principe que celle des résidents, à l'exception de l'exposition par voie cutanée et par inhalation à la dérive de pulvérisation qui utilise le 95^{ème} percentile des valeurs. Toutefois, les quatre voies exposition estimées sont maintenues séparées car, sur la base des données disponibles, il est peu probable que toutes les expositions des différentes voies se produisent simultanément.

6.3 Evaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes

Les estimations d'exposition sont comparées aux valeurs guides sanitaires pertinentes de l'UE, respectivement, le niveau acceptable d'exposition de l'opérateur (AOEL²²) et le niveau acceptable d'exposition aiguë (AAOEL²³), qui sont dérivés pour les substances actives lors de leur évaluation toxicologique. Une évaluation des risques aigus est à conduire pour les produits contenant des substances actives pour lesquelles un AAOEL a été fixé.

Dès lors que l'exposition estimée en intégrant les mesures de gestion (distance et dispositif de réduction de la dérive) est supérieure à la valeur toxicologique de référence (AOEL ou

²² AOEL (Niveau acceptable d'exposition de l'opérateur) est la valeur toxicologique de référence par rapport à laquelle les expositions non-alimentaires aux pesticides sont comparées. Il est destiné à définir un niveau d'exposition quotidienne au long d'une saison de pulvérisation, d'année en année, en dessous duquel aucun effet systémique indésirable sur la santé n'est attendu.

²³ AAOEL (Niveau aigu acceptable d'exposition de l'opérateur) est la valeur toxicologique de référence par rapport à laquelle l'exposition non alimentaire aiguë (c'est-à-dire celle qui pourrait se produire en une seule journée) peut être comparée.

AAOEL), les principes uniformes²⁴ ne sont pas respectés et les conditions de délivrance d'une autorisation de mise sur le marché ne sont pas remplies.

6.4 Evaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes : prise en compte des valeurs mesurées dans l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » et dans les données de surveillance

En préambule, il faut noter que dans l'étude « Pesticides c'est dans l'air », comme indiqué dans le paragraphe 4. *Résultats de l'analyse des experts sur la capacité à répondre aux objectifs de l'étude*, les quantités piégées étant exprimées en termes de masse (ng) et non de concentrations (ng/m³), cela limite la portée d'une comparaison quantitative de ces résultats avec les résultats issus de la bibliographie et des campagnes menées par les AASQA (qui utilisent des capteurs actifs) et ne permet pas de qualifier l'importance relative de la présence des composés retrouvés ni d'évaluer leur impact sanitaire potentiel. Ainsi, ces données ne peuvent pas être utilisées dans le cadre des évaluations quantitatives des risques sanitaires.

En revanche, les données de la CNEP, qui représentent une situation de contamination de fond, exprimées en concentration peuvent faire l'objet d'une comparaison avec les données utilisées dans les évaluations de risque. En effet, concernant l'exposition par inhalation des résidents et des personnes présentes, la méthodologie de l'EFSA de 2022 comme celle de 2014 recommandent l'utilisation de valeurs par défaut de concentration dans l'air (1 ou 15 µg/m³) en fonction de la pression de vapeur des substances. Ces concentrations sont très supérieures aux concentrations rapportées dans les études de la CNEP²⁵. Dans l'estimation des expositions aux résidents et aux personnes présentes, la voie d'exposition aux vapeurs prend donc en compte des conditions d'exposition maximalistes (1µg/m³) par rapport aux concentrations mesurées. L'évaluation du risque *a priori* permet donc de couvrir les expositions potentielles via cette voie d'exposition.

Par ailleurs, les résultats pour les 70 substances qui ont été détectées par les mesures effectuées au cours de la CNEP montrent qu'en première approche²⁶ d'évaluation, les ratios « DJEair/VTR » sont faibles pour les adultes et les enfants et systématiquement inférieurs ou égaux à 1,2 %, y compris pour un scénario d'exposition de type « pire cas »²⁷, **pour les substances considérées individuellement ainsi qu'en mélange**. Ainsi, sur la base des données disponibles, il n'est pas mis en évidence de niveaux de contamination de fond de l'air ambiant qui conduisent à observer des dépassements des repères de toxicité existants. Cependant, plusieurs limites et incertitudes dans la portée et l'interprétation des résultats ont été soulignées dans le rapport.

²⁴ Règlement (UE) n° 546/2011 de la Commission du 10 juin 2011 portant application du règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les principes uniformes d'évaluation et d'autorisation des produits phytopharmaceutiques.

²⁵ RAPPORT AST révisé de l'Anses relatif aux premières interprétations des résultats de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP) dans l'air ambiant. 1 Octobre, 2020 https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra_0.pdf

²⁶ La première approche compare, pour chaque substance, les doses journalières d'exposition (DJEair), calculées à partir des données de concentrations, aux VTR sélectionnées parmi celles disponibles.

²⁷ « DJEair,99 » : le 99e percentile de la distribution des concentrations dans l'air.

6.5 Conclusions et recommandations

Le document guide de l'EFSA de 2022 présente actuellement la méthodologie la plus complète et la plus actualisée pour estimer l'exposition et les risques des résidents et des personnes présentes.

L'évaluation du risque *a priori*, permet de couvrir les niveaux d'expositions mesurés dans l'air dans le cadre de la CNEP.

Toutefois, des lacunes restent identifiées dans la méthodologie de l'EFSA de 2022. Lorsque de nouvelles données pertinentes seront disponibles, il conviendra, de modifier ou d'actualiser la méthodologie au niveau européen. Dans ce cadre, il est à noter que toutes les données brutes et rapports d'étude originaux devront être fournis à l'EFSA afin de garantir une évaluation transparente et indépendante.

Un besoin de données et d'informations a notamment été identifié sur les sujets suivants :

- des données et/ou modèles supplémentaires pour estimer l'exposition des résidents et personnes présentes (par exemple, la dérive de pulvérisation lors de l'application sur les cultures hautes, concentrations atmosphériques des substances pendant/après l'application, exposition à la poussière lors du semis de semences traitées) ;
- des informations qualitatives et quantitatives supplémentaires sur les différentes voies d'exposition des résidents et des personnes présentes sont nécessaires afin de produire des évaluations plus réalistes de l'exposition ;
- des données et/ou des informations supplémentaires sur les paramètres humains (par exemple, les taux d'inhalation et l'intensité des activités) pour les différentes catégories d'âge dans les pays de l'Union européenne ;
- des données sur d'autres dispositifs susceptibles d'atténuer les expositions, comme par exemple les haies, ainsi que les combinaisons de mesures qui pourraient permettre une réduction des expositions.

De plus, l'agence rappelle sa recommandation formulée dans ses avis publiés en 2019²⁸ de généralisation des dispositifs limitant la dérive (buses antidérive et/ou matériel ou techniques d'application appropriés) qui permettraient de limiter l'exposition des résidents, des personnes présentes ainsi que la contamination environnementale.

²⁸ Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'appui scientifique sur les mesures de protection des riverains lors de l'utilisation des produits phytosanitaires (2019-SA-0020) ; Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'appui scientifique et technique sur l'équivalence en termes d'efficacité de combinaisons des moyens de réduction de la dérive pour la protection des riverains lors de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (2019-SA-0173).

7 Conclusions générales

1) Evaluer le protocole de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » et la portée de ses résultats

Le GT PPV a analysé l'adéquation entre les objectifs de l'étude et les moyens mis en œuvre, les choix méthodologiques retenus et les résultats obtenus. Générations Futures a réalisé des mesures de pesticides dans l'air grâce au déploiement de 2 capteurs passifs. Ce type d'outil utilisé par Générations Futures permet de connaître les quantités cumulées déposées sur les mousses pendant un temps donné (identique entre les capteurs comparés) et de pouvoir comparer les quantités retrouvées par différents capteurs situés à des endroits différents pour un composé donné.

Les analyses ont été réalisées par un laboratoire reconnu dans le domaine. Sur l'ensemble des composés mesurés (77), 20 substances ont été quantifiées par Générations Futures. Le choix d'exprimer les résultats en termes de quantités de pesticides piégées s'avère judicieux (en l'absence d'une évaluation du taux d'échantillonnage avec PRC) et permet d'observer des quantités de pesticides déposées via l'air entre quelques ng piégées et environ 17000 ng piégées pour le prosulfocarbe sur un des deux capteurs, dans une situation de proximité à une parcelle en pommes de terre. Parmi ces substances quantifiées, les valeurs obtenues pour 4 substances (le fluopyram, le diféconazole, le métazachlore et le PBO) sont trop proches de la limite de quantification pour permettre leur exploitation si on prend en compte l'incertitude analytique.

D'une manière générale, une différence entre les deux capteurs est observée pour 16 substances. Parmi celles-ci, 4 sont autorisées sur pommes de terre et 3 le sont sur maïs. Elles ont potentiellement pu faire l'objet d'application sur les parcelles voisines.

Pour les substances autorisées sur pommes de terre, le capteur 2, situé en bordure du champ Sud, conduit à des quantités mesurées supérieures à celles associées au capteur 1, les deux capteurs étant situés à une distance équivalente du champ Est de pommes de terre. Plus précisément, pour ces substances, le constat est le suivant :

- Pour le prosulfocarbe, la quantité mesurée sur le capteur 2 (le plus proche de la partie Sud de la parcelle en pommes de terre, à 1 mètre de distance) est significativement plus importante que celle mesurée sur le capteur 1, pour les trois premières périodes. Par ailleurs, une décroissance continue des quantités est observée entre la première et la troisième périodes, ce qui pourrait être expliqué par une utilisation antérieure ou pendant la première campagne de prélèvement (et au flux de volatilisation qui suit l'application), ce qui est en accord avec les périodes de traitement pour ce composé ;
- Pour la clomazone, la quantité mesurée sur le capteur 2 est significativement plus importante que celle mesurée sur le capteur 1, pour les deux premières périodes. Par ailleurs, une décroissance des quantités est observée entre la première et la deuxième période, avec les mêmes hypothèses émises que pour le prosulfocarbe ;
- Pour le fluazinam, la quantité mesurée sur le capteur 2 est significativement plus importante que celle mesurée sur le capteur 1, pour la deuxième et la troisième campagnes ;
- Pour le phosmet, une seule quantification est observée sur le capteur 2 pendant la période 6, qui suit la période d'application classique.

Pour les substances utilisables sur maïs (S-métolachlore, diméthénamide et pendiméthaline) :

- La quantité mesurée sur le capteur 2 est significativement plus importante que celle mesurée sur le capteur 1, pour la deuxième et la troisième campagnes (uniquement S-métolachlore) et pour les périodes 2, 3 et 5 pour la pendiméthaline) ;
- Par ailleurs, une décroissance des quantités est observée entre la première et la troisième périodes (la première période étant celle où les quantités sont les plus élevées mais sans présenter de différence significative entre les 2 capteurs). L'analyse de la configuration du site montre que les deux capteurs sont quasi-équidistants par rapport à la parcelle à l'Ouest. Toutefois, des différences significatives entre les deux capteurs pour certaines campagnes sont observées sans qu'elles soient directement explicables ;
- La pendiméthaline est aussi autorisée sur pommes de terre et potentiellement utilisée en juin (au cours de la deuxième période). On ne peut donc pas exclure une application sur la parcelle de pommes de terre.

La difficulté à pouvoir constater une différence significative entre les deux capteurs pour certaines substances autorisées (compte tenu des incertitudes analytiques) et, à l'inverse, le fait d'observer une différence sur des substances interdites ou non autorisées sur pommes de terre et maïs, soulèvent des questions sur la conception du protocole mis en place pour démontrer un effet de la distance. Il est probable que la contamination de fond, sans en connaître la contribution, biaise l'interprétation d'un effet distance.

En conclusion, cette étude fournit un ensemble de données illustrant la contamination atmosphérique à certaines substances sur la zone agricole étudiée, et ce sur plusieurs périodes de l'année (de mai à septembre 2021) et avec une confiance dans la qualité des analyses réalisées par le laboratoire. Des différences significatives sont bien observées entre les 2 capteurs pendant certaines périodes et pour certaines substances, pouvant se justifier par un effet distance. Cependant, la différence observée pour d'autres substances pour lesquelles l'effet de la distance n'est pas le facteur explicatif (i.e. substances utilisées sur le maïs alors que le champ le plus proche est à équidistance des 2 capteurs) montre certaines limites du protocole.

Toutefois, certaines limites ne permettent pas de tirer des conclusions solides et chiffrées pour distinguer la contamination ambiante de l'effet de cette distance : configuration du site, effets de la haie, des bâtiments, des volumes d'air échantillonnés, etc. Une interprétation de ces résultats en termes d'effet de la distance par rapport à la parcelle traitée nécessiterait :

- de savoir si un ou des produits contenant ces substances a/ont bien été appliqué(s) sur la/les parcelle/s moyenne/s et quand ;
- de connaître localement la direction du vent pendant la période d'échantillonnage ;
- d'avoir une implantation des capteurs appropriée pour déterminer un effet distance par rapport à un lieu de traitement déterminé ;
- de s'assurer que le volume d'air échantillonné soit connu pour les deux capteurs ;
- d'utiliser des capteurs efficaces à la fois pour la volatilisation, mais aussi pour la dérive des gouttelettes.

2) Mettre en perspective, si cela s'avère possible, les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec les résultats d'autres campagnes de mesures, en particulier la CNEP, les autres campagnes menées par les AASQA et d'autres études disponibles dans la bibliographie

Pour répondre à cette question, les experts ont comparé les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air ! » avec des données disponibles au sein de la PPV. Deux types de comparaison ont été effectuées :

- La première avec les données issues de la CNEP (sites en situation de fond, entre 100 m et quelques kilomètres de la parcelle la plus proche), produites par le même laboratoire d'analyse et sur la période 2018-2019 ;
- La deuxième avec une étude dont certains objectifs et le contexte agro-climatique sont proches de ceux de l'étude réalisée par Générations Futures. Cette étude a été identifiée par le dispositif de veille de la PPV en 2019.

La comparaison avec les résultats de la CNEP a permis de formuler les constats suivants.

Pour les substances autorisées sur pommes de terre :

- Les substances montrant une différence entre les deux capteurs (prosulfo-carbe, clomazone, fluazinam) sont également quantifiées en situation de fond (avec des parcelles à plus de 100 mètres), que ce soit à l'échelle nationale (prosulfo-carbe, contamination de tous les profils agricoles) ou sur des sites avec profil « grandes cultures » (clomazone, fluazinam) ;
- La metribuzine et le phosmet ont été très peu retrouvés dans la CNEP comme dans l'étude Générations Futures ;
- Pour le fluopyram, les difficultés analytiques intrinsèques à la mesure de cette substance dans l'air ne permettent pas de statuer sur ses teneurs dans l'air.

Pour les substances autorisées sur maïs :

- les trois substances diméthinamide-P, métolachlore et pendiméthaline, quantifiées par Générations Futures lors de cette étude en situation de proximité, l'ont également été en situation de fond (CNEP) ;

Pour les substances sans usage autorisé sur pommes de terre et maïs :

- la présence du propyzamide, du triallate, du pyriméthanil, du cyprodinil dans l'air observée dans la CNEP et plus particulièrement le comportement sur les sites grandes cultures montrent que ces substances peuvent se retrouver en situation de fond, pendant les mesures du printemps – été.
- le métazachlore a été peu quantifié dans la CNEP et dans l'étude de Générations Futures et parfois au même moment que la période maximale de quantification en situation de fond, ce qui est cohérent entre les deux études ;
- le PBO et le diféconazole ont été très peu quantifiés dans la CNEP et souvent à l'état de traces. Dans l'étude de Générations Futures, les valeurs mesurées sur les deux

campagnes sont trop proches de la limite de quantification pour être exploitées, ce qui est cohérent avec la CNEP.

Pour les substances interdites entre la CNEP et l'étude de Générations Futures :

- il est difficile de comparer des résultats de présence dans l'air obtenus pendant leur utilisation (cas de la CNEP) et des résultats obtenus après leur interdiction d'usage (cas de l'étude Générations Futures).

Pour les substances interdites de longue date :

- en ce qui concerne le lindane, substance active qui cumule à la fois la fréquence de quantification la plus élevée et des caractéristiques de danger fortes lors de la CNEP, l'Anses a indiqué en 2020 qu'elle allait engager un examen approfondi de la situation afin de pouvoir statuer sur l'origine de la contamination de l'atmosphère au lindane et sur l'exposition de la population française.

Des limites à cette comparaison entre les résultats de la CNEP et de l'étude de Générations Futures sont à retenir selon les experts et sont listés dans le chapitre 5.1.1., ce qui a conduit les experts à réaliser une analyse qualitative et non quantitative entre les deux études.

Cependant, cette comparaison a permis de montrer que les substances quantifiées par Générations Futures (situation de proximité, entre 1 mètre et 30 mètres) l'étaient déjà dans la CNEP (situation de fond, sites entre 100 mètres et quelques kilomètres des parcelles). Il n'est donc pas surprenant de détecter la plupart de ces substances pendant les périodes d'échantillonnage dans le cadre de l'étude de Générations Futures. Cette cohérence sur les substances conforte la qualité des données de cette étude sur l'occurrence de certaines substances dans l'air ambiant. Néanmoins, cette cohérence implique une probable contribution du bruit de fond, qui n'étant pas caractérisée (quantifiée) localement, ne permet pas de conclure sur l'effet distance.

Dans le cadre de son dispositif de veille bibliographique, la PPV a recensé depuis 2017 quelques études de recherche qui avaient les mêmes objectifs que celle de Générations Futures. En particulier, une étude dans un contexte agro-climatique proche a été réalisée en 2018 (étude PROPULPPP) en Belgique. Les experts ont donc comparé les deux protocoles, qui ont bien été déployés au même moment de l'année et sur les mêmes cultures (maïs et pommes de terre). Plusieurs conclusions auxquelles arrive l'équipe belge ne peuvent être tirées dans l'étude de Générations Futures pour les raisons suivantes :

- Une absence d'information sur les dates, doses et matériels (buse anti-dérive) lors des applications des produits phytopharmaceutiques ;
- L'absence de mise en œuvre d'un protocole mixte, avec des échantillonneurs passifs et actifs qui ensemble apportent des informations complémentaires (phase gazeuse et particulaire, mais aussi gouttelettes) et également à une échelle temporelle plus fine ;
- L'indisponibilité de l'information sur les conditions météorologiques sur le site d'étude (direction du vent notamment) ;
- Le choix d'exprimer les résultats en termes de quantités de pesticides piégées s'avère judicieux (en l'absence d'une évaluation du taux d'échantillonnage avec PRC), mais cela limite l'utilisation de ces résultats pour d'éventuelles comparaisons avec d'autres données de surveillance.

3) Evaluer la faisabilité de comparer les résultats de l'étude « Pesticides, c'est dans l'air! » avec les niveaux d'exposition estimés pour les résidents et les personnes présentes dans le cadre de la procédure d'AMM (Règlement (CE) N° 1107/2009)

La méthodologie actuellement utilisée dans le cadre de l'évaluation des dossiers des demandes de produits phytopharmaceutiques est basée sur le document guide de l'EFSA (EFSA, 2022)²⁹.

- **Principe de la méthodologie des estimations des expositions des résidents et des personnes présentes**

Dans le cadre de la méthodologie de l'EFSA les quatre voies d'exposition présentées ci-après sont prises en considération pour l'évaluation de l'exposition des personnes présentes et des résidents.

Les voies d'exposition sont liées :

- à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit,
- aux vapeurs qui peuvent se produire après l'application du produit,
- au contact avec une surface contaminée,
- au contact lors de la rentrée dans les cultures traitées.

- **Evaluation des risques pour les résidents et les personnes présentes**

Les estimations d'exposition sont comparées aux valeurs guides sanitaires pertinentes de l'UE, respectivement, le niveau acceptable d'exposition de l'opérateur (AOEL³⁰) et le niveau acceptable d'exposition aiguë (AAOEL³¹), qui sont dérivés pour les substances actives lors de leur évaluation toxicologique. Une évaluation des risques aigus est à conduire pour les produits contenant des substances actives pour lesquelles un AAOEL a été fixé.

Dès lors que l'exposition estimée en intégrant les mesures de gestion (distance et dispositif de réduction de la dérive) est supérieure à la valeur toxicologique de référence (AOEL ou AAOEL), les principes uniformes³² ne sont pas respectés et les conditions de délivrance d'une autorisation de mise sur le marché ne sont pas remplies.

²⁹ EFSA (European Food Safety Authority), Charistou A, Coja T, Craig P, Hamey P, Martin S, Sanvido O, Chiusolo A, Colas M and Istace F, 2022. Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment of plant protection products. EFSA Journal 2022;20(1):7032, 134 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7032>

³⁰ AOEL (Niveau acceptable d'exposition de l'opérateur) est la valeur toxicologique de référence par rapport à laquelle les expositions non-alimentaires aux pesticides sont comparées. Il est destiné à définir un niveau d'exposition quotidienne au long d'une saison de pulvérisation, d'année en année, en dessous duquel aucun effet systémique indésirable sur la santé n'est attendu.

³¹ AAOEL (Niveau aigu acceptable d'exposition de l'opérateur) est la valeur toxicologique de référence par rapport à laquelle l'exposition non alimentaire aiguë (c'est-à-dire celle qui pourrait se produire en une seule journée) peut être comparée.

³² Règlement (UE) n° 546/2011 de la Commission du 10 juin 2011 portant application du règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les principes uniformes d'évaluation et d'autorisation des produits phytopharmaceutiques.

- **Prise en compte des valeurs mesurées les études « Pesticides, c'est dans l'air ! » et dans les données de surveillance**

Concernant l'utilisation des données issues de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! », comme indiqué dans le paragraphe 4. *Résultats de l'analyse des experts sur la capacité à répondre aux objectifs de l'étude*, les quantités étant exprimées en termes de masse piégées (ng) et non de concentrations (ng/m³), cela limite la portée d'une comparaison quantitative de ces résultats avec les résultats issus de la bibliographie et des campagnes menées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) (qui utilisent des capteurs actifs) et ne permet pas de qualifier l'importance relative de la présence des composés retrouvés ni d'évaluer leur impact sanitaire potentiel. **Ainsi, les données issues de l'étude « Pesticides c'est dans l'air ! », ne peuvent pas être utilisées dans le cadre des évaluations quantitatives des risques sanitaires.**

En revanche, les données de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides dans l'air ambiant (CNEP)³³ qui représente une situation de contamination de fond exprimées en concentration peuvent faire l'objet d'une comparaison avec les données utilisées dans les évaluations de risque. En effet, concernant l'exposition par inhalation des résidents et des personnes présentes, la méthodologie de l'EFSA de 2022 comme celle de 2014 recommandent l'utilisation de valeurs par défaut de concentration dans l'air (1 ou 15 µg/m³) en fonction de la pression de vapeur des substances. Ces concentrations sont très supérieures aux concentrations rapportées dans les études de la CNEP. Dans l'estimation des expositions des résidents et des personnes présentes, la voie d'exposition aux vapeurs prend donc en compte des conditions d'exposition maximalistes (1µg/m³) par rapport aux concentrations mesurées. **L'évaluation du risque a priori permet donc de couvrir les expositions potentielles via cette voie d'exposition.**

Par ailleurs, les résultats pour les 70 substances qui ont été détectées par les mesures effectuées au cours de la CNEP montrent qu'en première approche³⁴ d'évaluation, les ratios « DJEair/VTR » sont faibles pour les adultes et les enfants et systématiquement inférieurs ou égaux à 1,2 %, y compris pour un scénario d'exposition de type « pire cas »³⁵, **pour les substances considérées individuellement ainsi qu'en mélange.** Cependant, il est à noter plusieurs limites et incertitudes dans la portée et l'interprétation des résultats.

Le document guide de l'EFSA de 2022 présente actuellement la méthodologie la plus complète et la plus actualisée pour estimer l'exposition et les risques des résidents et des personnes présentes. Toutefois, des lacunes restent identifiées dans la méthodologie. Lorsque de nouvelles données pertinentes seront disponibles, il conviendra de modifier ou d'actualiser la méthodologie au niveau européen.

³³ RAPPORT AST révisé de l'Anses relatif aux premières interprétations des résultats de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP) dans l'air ambiant. 1 Octobre, 2020 <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf>

³⁴ La première approche compare, pour chaque substance, les doses journalières d'exposition (DJEair), calculées à partir des données de concentrations, aux VTR sélectionnées parmi celles disponibles.

³⁵ « DJEair,99 » : le 99e percentile de la distribution des concentrations dans l'air.

De plus, l'agence rappelle sa recommandation formulée dans ses avis publiés en 2019³⁶ de généralisation des dispositifs limitant la dérive (buses antidérive et/ou matériel ou techniques d'application appropriés) qui permettraient de limiter l'exposition des résidents, des personnes présentes ainsi que la contamination environnementale.

Date de validation du rapport : 14 mars 2023

³⁶ Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'appui scientifique sur les mesures de protection des riverains lors de l'utilisation des produits phytosanitaires (2019-SA-0020) ; Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'appui scientifique et technique sur l'équivalence en termes d'efficacité de combinaisons des moyens de réduction de la dérive pour la protection des riverains lors de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (2019-SA-0173)

8 Bibliographie

- Anses (2020). Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant. Premières interprétations sanitaires - Préambule Rapport d'appui scientifique et technique révisé, 152 p.
- Harner T., Shoeib M., Diamond M., Ikononou M. Stern G. 2006 Chemosphere 64, 262-267.
- Jaward FM, Farrar NJ, Harner T, Sweetman AJ, Jones KC. Passive air sampling of PCBs, PBDEs, and organochlorine pesticides across Europe. Environ Sci Technol. 2004 Jan 1;38(1):34-41. doi: 10.1021/es034705n. PMID: 14740714.
- Leistra M, van den Berg F. Volatilization of parathion and chlorothalonil from a potato crop simulated by the PEARL model. Environ Sci Technol. 2007
- Martin S, Dévier M-H, Cruz J, Duporté G, Barron E, Gaillard J, Le Menach K, Pardon P, Augagneur S, Flaud P-M, Villenave É, Budzinski H. Passive Sampling as a Tool to Assess Atmospheric Pesticide Contamination Related to Vineyard Land Use. Atmosphere. 2022; 13(4):504. <https://doi.org/10.3390/atmos13040504>
- Pozo K., Oyola G., Estellano V., Harner T., et al. 2017. STOTEN 586, 107-114
- Ruthy, I., Remy, S., Veschkens, M., Huyhebaert, B., Herman, J.L., Pigeon, E., Schiffers, B., Fripiat, C., Nadin, C., Bémelmans, C., 2019. Rapport PROPULPPP objectivation de l'exposition des populations aux pulvérisations de produits phytopharmaceutiques en Wallonie et des mesures de protection destinées à limiter cette exposition. (No. n°04460/2018).

8.1 Normes

<https://tools.cofrac.fr/annexes/sect1/1-6209.pdf>

ANNEXE

Annexe: Extraction BNV-D à la commune du site d'étude

Quantités de substances actives achetées en 2020 pour le code postal 59190 (source BNV-D) et leur rang dans les substances retrouvées dans le préleveur 2 de Générations Futures.

Légende : NR : non recherchée dans notre étude. R : recherché dans notre étude mais non retrouvée

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
prosulfocarbe	3772	1	
hydrazide maleique	3470,1	NR	
glyphosate	1849,56	NR	
chlormequat chlorure	1393	NR	
huile essentielle d'orange douce	885,66	NR	
metobromuron	845	NR	
mancozebe	762,4	NR	
pendimethaline	724,65	3	
aclonifen	723	NR	
soufre pour pulvérisation (micronise)	712,82	NR	
acide pelargonique	659,302021	NR	
fluazinam	625,375	2	
soufre	548,4	NR	
metamitron	524,99	R	Pas d'usages maïs ou pommes de terre
propamocarbe hcl	505,25	NR	
chlorothalonil	449,89	7	
polysulfure de calcium	380,016	NR	
s-metolachlore	375,6	6	
1,4-diméthylnaphtalène	344,57241	NR	
mandipropamide	311,25	NR	
alcools terpeniques	299,25	NR	
bentazone	285,48	NR	
flufenacet	262,4	NR	
metribuzine	256,78	10	
kaolin	250	NR	
tebuconazole	246,3105	R	Usage maïs autorisé
difenoconazole	244,44825	13	
cymoxanil	235,290942	Retrouvé mais non quantifié (pb méthode labo)	
prochlorazé	235,2815	R	Pas d'usage pdt usage

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
			maïs retiré en 2003
prothioconazole	197,77725	NR	
azoxystrobine	195,72785	NR	
cyazofamide	191,2	NR	
thiophanate-methyl	190,56	NR	
diflufenicanil	189,6355	R	
cuiivre du sulfate de cuiivre	155,68	NR	
2,4-mcpa	155,35	NR	
dimethomorphe	140,29	NR	
dicamba	132,8025	NR	
huile de vaseline	130,72	NR	
chlortoluron	124	NR	
terbutylazine	120,45	NR	
benfluraline	119,7	NR	
flutolanil	107,9	NR	
ethofumesate	105,15	NR	
phenmediphame	104,89	NR	
clomazone	104,016	5	
phosmet	102,5	11	
mesotrione	101,835	NR	
ethephon	96,525	NR	
ametoctradine	94,6	NR	
carfentrazone ethyl	90,3	NR	
cyprodinyl	88,125	14	
pyraclostrobine	84,31	NR	
oligomeres terpeniques	81,9	NR	
dimethenamide-p (dmta-p)	78,445	4 ?	
huile essentielle de menthe verte	76	NR	
fer sous forme de sulfate de fer	71,702	NR	
clethodime	70,2	NR	
fluroxypyr	69,68	NR	
lenacile	62,82	R	Pas d'usages maïs ou pommes de terre
trinexapac-ethyl	62,075	NR	
triallate	60	8	
boscalid	59,875	R	Pas d'usages maïs ou pommes de terre

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
2,4-d	57,473	R	Usage maïs autorisé
2,4-mcpb	56	NR	
fluxapyroxad	55,625	NR	
oxamyl	55	NR	
fenpropidine	53,4975	R	Pas d'usages maïs ou pommes de terre
flonicamide	51,75	NR	
metazachlore	51,5	R	Pas d'usages maïs ou pommes de terre
pyrimicarbe	51	R	Pas d'usages maïs depuis 2013 , pas d'usage pommes de terre
thiabendazole	50,057	NR	
tefluthrine	49,416	NR	
amisulbrom	49,4	NR	
propyzamide	48	9	
fludioxonil	44,94045	NR	
metconazole	44,58	NR	
pyrimethanil	43,25	11	
mefenpyr-diethyl	42,5275	NR	
metirame	42	(Arrêt du classement R/NR ici)	
bromoxynil	38,4546		
benzovindiflupyr	37,125		
bromuconazole	34,235		
mepiquat-chlorure	33,075		
huile minerale paraffinique	32,8775		
bromoxynil octanoate	32,27		
metaldehyde	32,04		
desmediphame	31,33		
fluopyram	31,14625		
trifloxystrobine	30,83		
zoxamide	29,7		
spinosad	29,0439		
fluopicolide	28,125		

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
dimethachlore	27,5		
quinmerac	27,495		
bixafen	26,9275		
thiamethoxam	25		
hymexazol	24,325		
nicosulfuron	23,79		
cypermethrine	23,021		
mefentrifluconazole	22,5		
cyproconazole	21,6		
pinoxaden	20,725		
fosthiazate	20		
tritosulfuron	19,7444		
sulcotrione	19,5		
fosetyl-aluminium	19,2		
dichlorprop-p	19,1		
pyraflufen-ethyl	19,08		
benoxacor	17,1		
pyridate	17,1		
clopyralid	17,092		
bicarbonate de potassium	17		
tetraconazole	16,25		
triclopyr	16,0496		
cuivre de l'hydroxyde de cuivre	16		
fluoxastrobine	16		
rimsulfuron	15,86		
imidaclopride	15,6625		
mesosulfuron-methyl	15,305		
clopyralid (sous forme de sel de monoethanolamine)	14,875		
linuron	14,4		
chlorprophame	13,62312		
oxathiapiproline	13,2		
acide acetique	12,996		
bacillus thuringiensis ssp kurstaki souche sa-11	12,784		
lambda-cyhalothrine	12,77		
maltodextrine	11,956		
chlorantraniliprole	11,575		
dithianon	11,25		
clodinafop-propargyl	11,2		
cloquintocet-mexyl	10,91355		
metsulfuron-methyl	10,83091		

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
spinetoram	10,375		
isoxaflutole	10,35		
imazamox	9,716		
cyprosulfamide	9,15		
thirame	9,13416		
spirotetramat	9		
sedaxane	8,14755		
tau-fluvalinate	7,68		
iodosulfuron-methyl-sodium	6,932		
prosulfuron	6,855		
huile de colza	6,645017		
triflurosulfuron-methyl	6,34		
thiencarbazone-methyl	6,315		
alphamethrine	6,29		
deltamethrine	6,245		
etofenprox	6,0375		
prohexadione-calcium	5,9		
foramsulfuron	5,4		
benthiavalicarbe	5,075		
laminarine	4,85		
bifenox	4,8		
florasulame	4,74025		
picolinafen	4,6		
cyantraniliprole	4,5		
propaquizafop	4,5		
spiroxamine	4,5		
tembotrione	4,25		
esters méthyliques d'acides gras c16-c18 et c18 insaturés	4,125		
metalaxyl-m	4,05904		
isofetamide	4		
amidosulfuron	3,925		
aminopyralid	3,75		
fluazifop-p-butyl	3,75		
beflubutamide	3,5		
tribenuron-méthyle	3,22031		
isoxadifen-éthyl	3,025		
cuivre du sulfate tribasique	2,899056		
phosphate ferrique	2,768109		
epoxiconazole	2,5		
e8,e10-dodecadiène-1-ol	2,48244		
acibenzolar-s-méthyl	2		

M.A	Kg achetés 59190 en 2020	Rang étude GÉNÉRATIONS FUTURES pour le préleveur 2	Remarques/ Usages (source Ephy Anses)
halauxifen-methyl	1,9375		
fenoxaprop-p-ethyl	1,725		
metrafenone	1,5		
silthiofam	1,4625		
pyroxsulame	1,4598		
zirame	1,386		
butoxyde de piperonyle	1,35		
azadirachtine	1,253		
thifensulfuron-methyle	1,2491		
1-dodecanol	0,98838		
cyflufenamid	0,865		
triticonazole	0,852		
goudrons de pin	0,8		
huile de paraffine	0,8		
zetacypermethrine	0,8		
bupirimate	0,75		
abamectine	0,630034		
kresoxim-methyl	0,6		
esfenvalerate	0,5		
mecoprop-p (mcpp-p)	0,5		
ipconazole	0,3654		
sulfosulfuron	0,304		
z-11-tetradecenyl acetate	0,3003		
acetate de z-8-dodecenyle	0,2862		
emamectine benzoate	0,285		
1-tetradecanol	0,22344		
acide alpha naphtylacétique (ana)	0,2		
flazasulfuron	0,2		
penconazole	0,2		
proquinazid	0,2		
bacillus thuringiensis ssp kurstaki	0,1728		
betacyfluthrine	0,125		
bifenazate	0,12		
penoxsulame	0,12		
pyrethrines	0,102433		
metalaxyl	0,069		
z-9-tetradecenyl acetate	0,06006		
phosphure de zinc	0,04		
acetate de e-8-dodecenyle	0,01485		
iprodione	0,005		
(z)-8-dodecenol	0,0027		