

**RAPPORT DES ESSAIS SUPERVISÉS PAR GEMBLOUX
AGRO-BIO TECH DANS LE CADRE DU PROJET
PROPULPPP**

*« Objectivation de l'exposition des populations
riveraines aux pulvérisations de produits
phytopharmaceutiques en Wallonie »*

Pr Bruno Schiffers
Laboratoire de Phytopharmacie
Novembre 2018

Table

Partie 1	Introduction au rapport du Volet 4 PROPULPPP	3-7
Partie 2	Essais dans les écoles de mesure de la dérive	8-57
Partie 3	Mesure des dépôts de pesticides dans les écoles	58-73
Partie 4	Mesures des dépôts chez les riverains	74-79
Partie 5	Discussion des résultats	80-92
Annexes	Annexe 1 – Résultats bruts	92-98

Partie 1-Introduction au rapport du Volet 4 PROPULPPP

1.1. Contexte de l'étude

Cette étude s'inscrit dans le projet wallon PROPULPPP coordonné par l'ISSeP (l'Institut Scientifique de Service Publique), en partenariat avec le Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) et le Laboratoire de Phytopharmacie de Gembloux Agro-Bio Tech (ULiege), qui a pour objectif « l'objectivation de l'exposition des populations aux pulvérisations de produits phytopharmaceutiques (ou PPP) en Wallonie et des mesures de protection destinées à limiter cette exposition ».

L'utilisation des produits phytopharmaceutiques (communément appelés « pesticides ») est une réalité indéniable dans nos campagnes, malgré l'évolution de la lutte chimique vers la lutte intégrée (rendue obligatoire aujourd'hui) et les divers « Plans d'action » mis en place au niveau fédéral ou régional pour réduire leur utilisation. Les risques liés à l'emploi de ces produits (substances actives et formulations) sont évalués avant leur mise sur le marché (Règlement (CE) 1107/2009) et une autorisation ne sera délivrée que si ces risques sont jugés « acceptables » pour la santé humaine, pour l'environnement et pour la conservation de la nature. Néanmoins, comme toutes les substances actives ont diverses propriétés biologiques et un certain niveau de toxicité et d'écotoxicité, et que les quantités appliquées à chaque saison sont loin d'être négligeables (environ 7 à 8000 tonnes en Belgique), on ne peut nier que les pesticides aient un impact sur la santé des opérateurs ou des consommateurs, mais aussi sur l'environnement (ex : contamination des eaux de surface ou souterraines). Ils sont donc légitimement au centre des préoccupations des citoyens, et spécialement des riverains qui habitent à proximité des zones où ces produits sont utilisés, comme l'actualité l'a d'ailleurs largement souligné ces derniers temps. Certains faits d'intoxication ont été rapportés par des agences gouvernementales. Un des derniers cas, qui a été rapporté par l'AFSCA, date de début novembre 2017. Ce dernier s'est passé dans une école à Philippeville. La pulvérisation avait été réalisée par un entrepreneur de travaux agricoles qui n'a pris aucune mesure pour éviter la dérive, et qui n'avait pas tenu compte de la proximité de l'école, réalisant sa pulvérisation en pleine journée scolaire. Des faits similaires ont aussi été signalés en France.

Les phénomènes de dérive durant la pulvérisation ou les phénomènes de volatilisation à partir du sol ou de la végétation peuvent être une source d'exposition non négligeable aux pesticides pour les personnes résidant dans le voisinage des cultures traitées. Selon les conditions d'application et la météo, jusqu'à 90% de la dose appliquée peut se retrouver dans l'air, et ce uniquement par volatilisation (Bedos *et al.*, 2002). Dans l'air, les pesticides peuvent être transportés à plus ou moins longue distance sous divers états (gazeux, liquides ou solides). Les aérosols et les pesticides associés aux particules (« poussières ») peuvent se déposer dans un voisinage proche, à la surface du sol ou sur des objets (les surfaces et objets dans les habitations et lieux de vie peuvent aussi être contaminés par un usage privé de pesticides « domestiques » ou de biocides qui contiennent les mêmes substances actives), ou être entraînés à beaucoup plus grande distance. Le dépôt ne se fait donc pas toujours immédiatement dans les minutes qui suivent l'application et/ou à courte distance du point d'émission.

Ces dernières années, un certain nombre de modèles comme le « German Model », le « UK POEM », « BREAM » et finalement celui de l'EFSA, ont été développés pour appréhender les risques pour les « riverains » rendu obligatoire dans le cadre de l'approbation des PPP. Dans ces modèles, les expositions retenues pour les personnes qui vivent, travaillent ou vont à l'école à proximité d'une zone traitée sont les suivantes :

- l'exposition par inhalation et par voie cutanée dues à la dérive de pulvérisation au moment de l'application du produit ;
- l'exposition liée aux dépôts des gouttelettes de dérive de pulvérisation ;
- l'exposition liée aux pesticides présents dans l'air (vapeurs, aérosols, particules) après l'épandage, dans les heures et les jours qui suivent ;
- la contamination orale par transfert main-bouche ou objet-bouche pour les enfants ; les expositions par entrée dans les cultures traitées.

La législation européenne impose, quant à elle, la protection des « groupes vulnérables ». Elle entend par là « les travailleurs et habitants fortement exposés aux pesticides sur le long terme ». Lors de la transposition de la Directive 2009/128/CE du Parlement et du Conseil européens du 21 octobre 2009, aucune mesure n'a été prévue pour protéger la population des dérives de pulvérisation. Seuls les lieux publics et les « publics sensibles » ont été pris en compte, partiellement seulement pour ces derniers, puisqu'aucune mesure n'est prise au-delà de la limite foncière des parcelles fréquentées par ce public dit sensible. Actuellement, la législation wallonne impose aux cultivateurs le respect de bandes tampons pour la protection des eaux (la règle générale impose 6 m de zone non traitée), mais aucun texte ne prévoyait (jusqu'en juin 2018) une distance à respecter entre les lieux de vie de la population et la limite d'épandage de pesticides sur un champ, du moins au-delà de la limite foncière des parcelles fréquentées.

Dans le contexte de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, même si les effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine sont théoriquement pris en compte lors de l'agrément des produits en fonction de l'exposition (qui sert de base au calcul du risque), un certain nombre d'« accidents » sont rapportés par la presse et signalés dans diverses études qui semblent indiquer que l'exposition des populations riveraines de parcelles agricoles a été probablement sous-estimée, ou que les modèles employés pour obtenir des valeurs prédictives de l'exposition ne sont pas suffisamment valables pour appréhender le risque réel.

Il est donc indispensable d'agir, à la fois pour déterminer l'exposition réelle et pour protéger les populations qui vivent ou travaillent en bordure de parcelles agricoles. La déclaration de politique régionale du 25 juillet 2017 stipule d'ailleurs : « La Wallonie s'engagera résolument dans une politique forte de prévention santé-environnement, afin de limiter au maximum les risques pour la santé humaine dus aux actions portées à l'environnement ».

En l'absence de données scientifiques précises sur l'exposition des populations riveraines, et donc l'effet sur la santé et l'environnement des produits phytopharmaceutiques, le principe de précaution oblige à mettre en place des mesures pour parvenir à une application compatible avec le développement durable en réduisant les risques et les effets des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement. Le Plan Wallon de Réduction des Pesticides (PWRP) prévoit d'ailleurs en son point 2.7.1. de « réduire l'impact du traitement d'une parcelle sur les surfaces non-cibles, en ce

compris les habitations privées ». Ces mesures sont proposées en modification de l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 juillet 2013 relatif à une application des pesticides compatible avec le développement durable.

Les mesures reprises dans l'arrêté du Gouvernement wallon du 14 juin 2018 (qui modifie l'arrêté du Gouvernement wallon relatif à une application des pesticides compatible avec le développement durable¹) sont destinées à assurer une **meilleure protection des publics vulnérables** qui vivent et travaillent en bordure de parcelles agricoles. Les mesures pourraient être revues ultérieurement en fonction des conclusions des études portant sur le sujet.

Les mesures obligatoires se basent à la fois sur les bonnes pratiques agricoles, les usages en vigueur dans les régions et pays voisins et le principe de précaution. Elles sont les suivantes (AGW de juin 2018):

- L'obligation d'utiliser, sur tout le territoire wallon, **des buses qui réduisent la dérive de minimum 50%** ;
- L'application de produits phytopharmaceutiques peut débuter uniquement si le vent a une **vitesse inférieure ou égale à 20 km/h** (soit 5,56 m/s) ;
- L'interdiction de pulvériser pendant les heures de fréquentation de certains lieux (cours de récréation et espaces habituellement fréquentés par les élèves dans l'enceinte des établissements scolaires et des internats ; espaces habituellement fréquentés par les enfants dans l'enceinte des crèches, des infrastructures d'accueil de l'enfance), **à moins de cinquante mètres de la limite foncière de ces lieux** ;
- L'application des produits phytopharmaceutiques est **également interdite à moins de 50 mètres des bâtiments d'accueil ou d'hébergement des groupes vulnérables** situés au sein des établissements, sans que cette interdiction s'applique au-delà de la limite foncière de ces derniers (concerne : centres hospitaliers et hôpitaux; établissements de santé privés; maisons de santé; maisons de réadaptation fonctionnelle; établissements qui accueillent ou hébergent des personnes âgées; établissements qui accueillent des personnes adultes handicapées ou des personnes atteintes de pathologie grave).

Néanmoins, nonobstant l'adoption de ces mesures décrétales, la Région Wallonne a souhaité disposer de données permettant d'objectiver le risque « riverains » en vue de décider des meilleures mesures de protection pour limiter l'exposition de ces derniers. C'est l'objet du Projet PROPULPPP (ISSeP, CRA-W et ULiège). Son programme de travail comprenait quatre volets expérimentaux :

- ▶ Le premier consiste en un plan d'expériences général pour mesurer, quantitativement et qualitativement, les pesticides dans l'air (dérive et volatilisation, vapeur et particules) en bordure de champs cultivés et traités selon la législation wallonne. Ses objectifs spécifiques sont l'évaluation de l'exposition aux pesticides des populations riveraines des champs cultivés dans les 24h/48h après l'épandage, l'évaluation de l'influence réelle de la présence d'une barrière physique et l'évaluation de la manière dont l'exposition varie en fonction de l'éloignement à la source.

¹ Arrêté du Gouvernement wallon relatif à une application des pesticides compatible avec le développement durable et modifiant le Livre II du Code de l'Environnement, contenant le Code de l'Eau et l'arrêté de l'Exécutif régional wallon du 5 novembre 1987 relatif à l'établissement d'un rapport sur l'état de l'environnement wallon (M.B. 05.09.2013) - 11 juillet 2013

- ▶ Le second volet a pour objet d'évaluer l'influence réelle de certains paramètres agronomiques sur l'exposition via l'analyse quantitative de la dérive par le recours à des traceurs.
- ▶ Le troisième volet porte sur la mesure de l'exposition à de plus longues distances des zones d'épandage. Son objectif est d'estimer les distances maximales auxquelles les pesticides sont toujours susceptibles d'être détectés dans l'air dans les 24h (ou plus) suivant leur application.
- ▶ Le quatrième volet concerne l'évaluation des expositions dans des situations « à risque ». L'exposition environnementale par contact et par inhalation sera évaluée sur base de données de mesure sur des collecteurs, dans l'air extérieur (et à l'intérieur des écoles), chez des riverains et dans des lieux de vie des enfants (école et/ou crèche).

Dans le cadre du projet wallon PROPULPPP, le Laboratoire de Phytopharmacie a été chargé des missions suivantes :

- ▶ Appui scientifique pour la sélection des molécules analysées dans l'air ambiant et dans les matrices biologiques (Volets 1 à 4)
- ▶ Appui scientifique et technique pour la préparation et la réalisation de la campagne de mesures des pesticides en bordure de champs et émis à plus longue distance (Volet 3)
- ▶ Appui scientifique et technique pour l'analyse approfondie de la dérive d'un point de vue quantitatif (Volet 2)
- ▶ Analyse des dépôts (Volet 4) dans les sites « à risque » et interprétation des résultats (Volets 1 à 4)

Ce rapport concerne essentiellement les essais du « Volet 4 » et les mesures réalisées « in situ » par le Laboratoire de Phytopharmacie de Gembloux Agro-Bio Tech. Par rapport à ce qui était prévu, le Laboratoire a souhaité faire également des mesures chez les riverains (et a financé lui-même ces analyses).

1.2. Objectif des essais « in situ »

Le présent rapport concerne la mesure « in situ » des dépôts de pesticides :

- (a) dus à la dérive sur des collecteurs (au sol ou verticaux), sur un court terme (2h) et sur un long terme (24h) ;
- (b) dans les poussières intérieures (au sol, dans les classes) et sur les jeux extérieurs ;
- (c) sur des collecteurs passifs placés chez des riverains et ailleurs.

Il s'agissait de mesurer les niveaux de contamination dans diverses situations, la distance à laquelle les pesticides se déposent (dérive dans les aires de jeux), mais aussi, **en procédant par une analyse multi-résidus (screening), de voir la diversité des produits retrouvés et la fréquence à laquelle on les retrouve dans l'environnement**. Des sites « à risques » présents en Wallonie ont été choisis, ceux-ci peuvent être des écoles ou des maisons de riverains. Ces sites sont (pratiquement) tous situés à proximité d'une culture qui est/sera traitée. Dans l'optique de pouvoir quantifier l'exposition des riverains (écoles ou particuliers), **trois types de mesures** ont été réalisées sur sites (toutes les expériences n'ayant pas été menées dans tous les sites) :

- a) **Des essais de mesure de la dérive** ont été réalisés dans diverses écoles (qui se sont déclarées volontaires pour effectuer ce type d'essai). Il s'agissait d'obtenir 4 informations :

1. en cas d'application à proximité (dans le champ qui jouxte l'école), jusqu'où peut-on mesurer des traces de la ou des substance(s) active(s) qui sont pulvérisées sur le champ ?
 2. quel est le niveau de contamination atteint en fonction de la distance (mesure des quantités retrouvées sur des collecteurs passifs disposés au sol) ?
 3. les quantités mesurées dans les 2 heures qui suivent l'application sont-elles plus ou moins élevées que celles qui sont mesurées 24 heures après l'application ?
 4. les substances actives et les concentrations mesurées dans l'air durant 24 heures sont-elles cohérentes avec les mesures effectuées sur les collecteurs passifs au sol ?
- b) **Des mesures de la contamination à l'intérieur et à l'extérieur des écoles**, avant et après la saison de pulvérisation du printemps. Il s'agissait d'obtenir 3 informations :
1. quelles substances actives sont présentes dedans et dehors ?
 2. quels sont les niveaux de contamination (quelles quantités de S.A. sont retrouvées) ?
 3. la nature et les niveaux de contamination sont-ils différents en début de saison et en fin de saison ?
- c) **Des mesures à l'aide de capteurs passifs de la contamination de l'air ambiant** durant la saison de pulvérisation au printemps, en bordure des cours de récréation, à plus ou moins 40 mètres de distance, chez des riverains ou au centre d'un village. Cette partie avait aussi pour objectif de comparer les mesures de la saison 2018 avec celles effectuées à Cortil-Wodon en 2017.

Partie 2-Essais dans les écoles de mesure de la dérive

2.1. Sélection des sites/écoles

Les écoles qui ont participé aux essais ont été sélectionnées sur la base de trois critères :

1. Un intérêt signalé pour l'étude (contact de la Commune et/ou de la Direction). Elles se sont portées volontaires pour participer.
2. Un champ cultivé à « proximité » de l'école (diverses situations possibles ont été sélectionnées parmi les candidats : présence de route, de mur, de haies, etc.)
3. Un accord de l'agriculteur de communiquer son « plan d'épandage » (PPP utilisés), ses conditions de travail lors du traitement et de prévenir 24 ou 48 h avant l'application afin de permettre la mise en place du dispositif.

Vu le budget disponible pour ce volet du Projet PROPULPPP seules 7 écoles ont pu être retenues :

Tableau 1 : Ecoles participantes et caractéristiques de chaque site

Situation de l'école	Caractéristiques du site
Grez-Doiceau : Ecole Saint-Joseph-aux-Champs Rue de la Sainte du Chêne 20, 1390-Grez-Doiceau	Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain revêtu en dur) ouverte, fermée sur le côté champ par un préau qui s'interrompt au niveau de la barrière. Une route et un talus séparent d'au moins 10 m le champ de la cour de récréation.
Ophain : Ecole le grand Frêne Rue du Cimetière 51, 1421 Ophain-Bois-Seigneur-Isaac	Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain majoritairement revêtu en dur, une bande de 6m de pelouse jouxte le champ). Quelques arbustes se trouvent sur cette bande de pelouse.
Loupoigne : Ecole libre du Petit Chemin Chemin de la Waronche 18, 1471 Loupoigne	Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain majoritairement revêtu de gravillons). Un mur de 2 m de haut sépare la cour du champ. Deux grands arbres se trouvent devant le mur de la cour.
Loupoigne : Ecole Communale Rue du centre 30, 1471 Loupoigne	Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain en pelouse sur 10m en bord de champ, terrain revêtu en dur sur le reste de la cour). Une petite haie de 1m de haut se trouve entre le champ et la cour.
Racour (Lincet): Ecole Communale Rue de Landen, 85 4287Racour (Lincet)	Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain en pelouse). La pelouse se trouve en bordure de champ.

<p>Baisy-Thy : Ecole Communale Rue Godefroi de Bouillon 2, 1470 Baisy-Thy</p>	<p>Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain majoritairement en pelouse). La pelouse se trouve en bordure de champ. Le champ de froment est supposé être « bio ».</p>
<p>Cortil-Wodon : Ecole Saint-Martin Rue Saint-Martin 30, 5380 Cortil-Wodon(Fernelmont)</p>	<p>Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain majoritairement en pelouse, cour des petits). La pelouse se trouve en bordure d'une route et au-delà se trouve un champ (voir photos du site). La cour de récréation est entourée sur deux côtés de champs. Sur un côté ont été installés en 2017 des rideaux de Miscanthus.</p>

On ajoutera que des prélèvements de poussières sur les jeux extérieurs et dans les salles de classe ont également été effectués **en juin à l'Ecole des Ormes, à 7802 Ormeignies, Chemin des Serres 3A.**

2.2. Protocole des essais sur la dérive

► *Dispositif d'essai pour mesurer la dérive*

La dérive a été mesurée **2 heures et 24 heures après application** selon le même protocole. Deux séries de panneaux sur lesquels un tissu Miraclot[®] de Calbiohem (45 cm x 56 cm = 2520 cm², masse moyenne = 17 g) est agrafé sont placés dans la cour de récréation de l'école et sur le sol à des distances de **0 -2 -4 -6 -8 et 16 m** par rapport à la limite de la cour de récréation. Le dispositif est installé environ une heure avant l'application. La première série de collecteurs est récoltée 2 heures après le passage du pulvérisateur. De nouveaux panneaux/collecteurs sont alors placés selon les mêmes modalités et sont récoltés 24 heures après le passage du pulvérisateur. Les tissus collecteurs détachés des panneaux sont placés dans des sacs plastiques étanches, numérotés pour être analysés (2 collecteurs sont groupés ensemble pour l'analyse à chaque point de mesure).



Exemple de mise en place du dispositif d'essai (ici à Racour)



Autre exemple de mise en place du dispositif : Grez-Doiceau



Installation de la station météo à Grez-Doiceau



Photos illustrant le passage du tracteur devant l'école (Grez-Doiceau)



Panneau avec son collecteur en tissu Miracloth®

En plus des **collecteurs horizontaux**, sur chaque site d'essai **des collecteurs verticaux ont été placés en bordure de la cour et au fond** (environ à une trentaine de mètres du bord extérieur de la cour).

Sur le site, **une pompe à air** (fournie par l'ISSEP) a été installée également au fond de la cour. Cette pompe aspire 4 m^3 d'air par heure et peut théoriquement capturer les PPP présents dans l'air sur une cartouche en mousse de polyuréthane. Il s'agit d'un échantillonneur (*Total Suspended Particulate (TSP) High Volume Sampler*, Thermo Fisherscientific, Breda, Pays-Bas). L'air aspiré passe au travers d'un filtre en quartz (Pallflex, PallLife Science, Hoegaarden, Belgique) qui retient les pesticides associés aux matières particulaires et d'une cartouche constituée de mousse et de résine (ORBO 2500 Precleaned large PUF/AmberliteR XADR-2/PUF, Supelco®, USA) qui capture les molécules à l'état gazeux. Ces cartouches sont conformes aux normes US-EPA2 et ASTM concernant l'analyse de pesticides dans l'air. Ce type de pompe a été utilisé dans le cadre de l'étude EXPOPESTEN.



Exemple de mise en place de la pompe à air de l'ISSEP dans la cour de récréation (Racour)

Lors de chaque essai, la pompe à air est mise en route quelques minutes avant le passage du pulvérisateur et fonctionne sans interruption pendant une période de 24 heures. La cartouche est recueillie après 24 heures (au même moment que la seconde série de collecteurs au sol). Au total sur 24 heures, un volume théorique de 96 m³ d'air est filtré. Il faut noter que la pompe à air utilisée lors des essais n'a pas aspiré l'air avec un débit identique et constant. Le tableau 2 montre les moyennes (\pm écart-type) en l/min et en m³/h du volume aspiré lors de chaque essai. On observe une grande variabilité des mesures. Les moyennes du volume aspiré sur 24 heures seront utilisées pour calculer la masse des substances actives détectées à l'analyse par mètre cube d'air.

Tableau 2 : Moyennes des flux massiques de la pompe exprimé en SLPM (standard liter per minute, unité de la pompe), le débit volumique horaire correspondant et le volume d'air aspiré sur 24h

Essai réalisé à l'école de :		SLPM (l/min)	Débit volumique (m ³ /h)	Volume aspiré sur 24 h (m ³)
Essai 1	Grez-Doiceau (n=490) (mesures toutes les 3 minutes)	55,0 \pm 23,0	3,3 \pm 1,4	79,2 \pm 33,6
Essai 2	Ophain (n=484) (mesures toutes les 3 minutes)	40,0 \pm 20,0	2,4 \pm 1,2	57,6 \pm 28,8
Essai 3	Loupoigne (Petit Chemin) (n=262) (mesures toutes les 6 minutes)	46,0 \pm 13,0	2,8 \pm 0,8	67,2 \pm 19,2
Essai 4	Loupoigne (Ecole communale) (n=238) (mesures toutes les 6 minutes)	67,0 \pm 7,0	4,0 \pm 0,4	96,0 \pm 9,6
Essai 5	Racour (Lincent) (n=239) (mesures toutes les 6 minutes)	41,0 \pm 28,0	2,5 \pm 1,7	60,0 \pm 40,8
Essai 6	Baisy-Thy (n=257) (mesures toutes les 6 minutes)	69,0 \pm 9,0	4,1 \pm 0,5	98,4 \pm 12,0

NB : Le site de Cortil-Wodon n'est pas repris car le dispositif d'essai n'a pas pu être mis en place

► **Analyse des collecteurs placés au sol**

Après exposition (2 h ou 24 h), les carrés « collecteurs » de tissu Mira cloth® sont détachés avec précaution des panneaux et placés dans des sacs à congélation numérotés. Ils sont déposés dans les 2 jours chez PRIMORIS (Zwijinaarde, Gent), un laboratoire accrédité selon la norme ISO/CE 17025 pour l'analyse des traces de pesticides. Les collecteurs (en entier) sont extraits au moyen de solvants par soxhlet et les résidus présents sont déterminés par passage en GC-MS/MS et LC-MS/MS. Cette combinaison de deux méthodes permet d'analyser les dépôts résiduels de plus de 540 substances actives sur le même échantillon. Sauf exception, la LOQ est égale à 0,01 µg/ml. Chaque collecteur (dénommé « swab » par PRIMORIS) ayant été analysé en entier, les bulletins d'analyse de PRIMORIS indiquent donc la quantité détectée en µg/collecteur (tissu Mira cloth). Le dépôt est ramené par calcul au µg/m². Des blancs Mira cloth® avaient été analysés en 2017. Quelques blancs supplémentaires ont été analysés en 2018 et ont confirmé la présence systématique de trois substances reprises parmi le spectre des pesticides analysés par PRIMORIS : le biphenyl (moyenne : 0,2 µg/collecteur), la diphénylamine (moyenne : 6 µg/collecteur) et une trace très faible de chlorpyrifos-éthyl (moyenne : 0,08 µg/collecteur). Par conséquent, ces substances n'ont pas été considérées dans les comptages et les mesures de dépôts.

Lors de l'analyse des collecteurs, toutes les S.A. théoriquement appliquées au champ lors de l'essai (sur base des indications données par l'agriculteur) n'ont pas nécessairement été retrouvées, soit que les concentrations étaient inférieures à la LOQ, soit qu'elles ne se sont pas déposées au cours de l'essai. Par contre, les bulletins ont révélé la présence de nombreuses autres S.A. qui seront listées pour chaque essai de dérive.

Base des calculs pour la dérive : à chaque point de mesure (0-2-4-6-8 et 16 m, pour 2 h et pour 24 h = 12 mesures/produit/essai = 6 points de mesure x 2 temps), les 2 collecteurs sont regroupés et analysés ensemble chez PRIMORIS. Les valeurs des bulletins d'analyse sont données en µg de S.A. pour une surface de 5040 cm² ou 0,504 m². Pour les ramener en µg/m² dans les tableaux, les valeurs en µg ont donc été multipliées par 1,98.

Le % de dérive peut être calculé pour chaque point de mesure entre 0 et 16 m. Pour comparer les substances et les sites, on a fait la somme des dépôts (en µg/m²) et déterminé le % que ce dépôt total (somme) représente par rapport à la quantité totale appliquée par l'agriculteur (ex : chlorothalonil : 1000 g/ha ou 100.000 µg/m²).

► **Analyse des cartouches**

Après prélèvement, les filtres en fibre de quartz et les cartouches ont été acheminés au laboratoire de l'ISSEP et stockés à 4°C, à l'abri de la lumière, avant extraction. Les pesticides sont extraits simultanément du filtre et de la cartouche pendant 4 heures au soxhlet avec un mélange de solvants (hexane /acétone /méthanol, 50/40/10, v/v). Les échantillons (extraits) sont ensuite envoyés au laboratoire PRIMORIS pour analyse. Les échantillons ont été évaporés et repris dans les solvants adéquats pour l'analyse en GC-MS/MS et LC-MS/MS. Les bulletins d'analyse de PRIMORIS indiquent la quantité détectée en µg/collecteur.

► **Enregistrement des paramètres météorologiques des essais**

Pour chaque essai, les conditions météorologiques ont été suivies en continu sur une période de 24 heures suivant la pulvérisation grâce à une station météorologique mobile (PCE-FWS20 Instrument) installée sur les sites durant l'expérience. Le tableau suivant et les graphiques qui suivent présentent une synthèse des enregistrements pour l'ensemble des sites d'essais.

Tableau 3 : Synthèse des températures moyennes et humidités relatives mesurées pendant les essais « in situ »

Essai réalisé à l'école de :		Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
		0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Essai 1	Grez-Doiceau : Ecole Saint-Joseph-aux-champs	26±0,5°C	16±3°C	42±6%	67±6%
Essai 2	Ophain : Ecole le grand Frêne	8±1°C	11±3°C	89±3%	84±12%
Essai 3	Loupoigne : Ecole libre du Petit Chemin	12±2°C	22±10°C	96±2%	78±15%
Essai 4	Loupoigne : Ecole Communale	31±1°C	21±1°C	50±2%	78±10%
Essai 5	Racour (Lincen): Ecole Communale	18±1°C	25±5°C	88±3%	67±14%
Essai 6	Baisy-thy : Ecole Communale	18±1°C	16±4°C	82±2%	85±11%

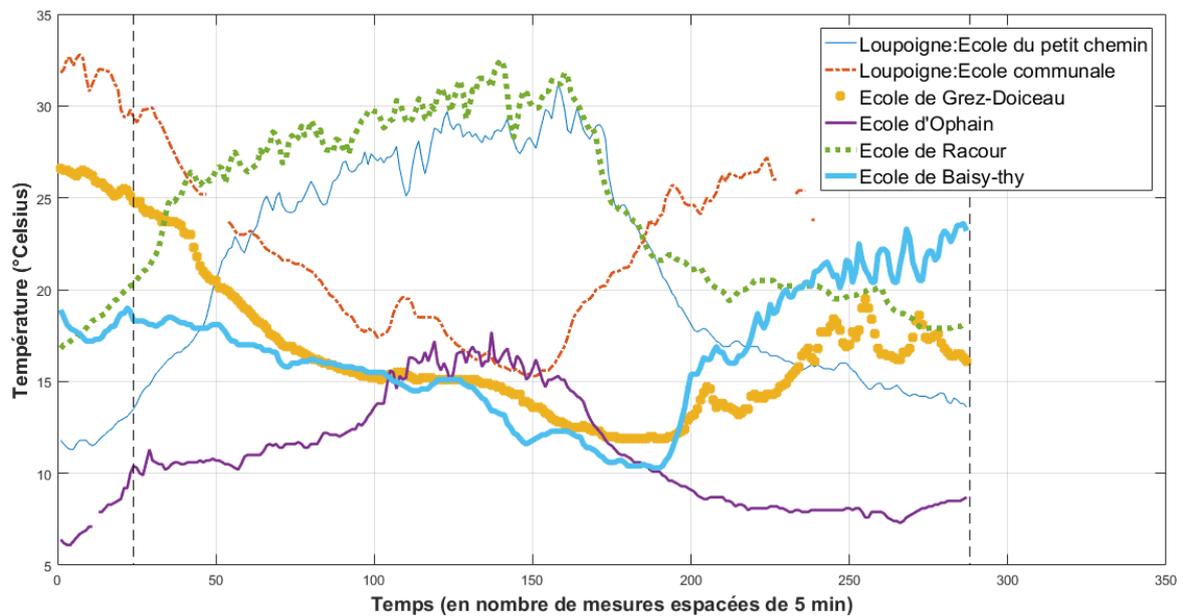
NB : Le site de Cortil-Wodon n'est pas repris car le dispositif d'essai n'a pas pu être mis en place



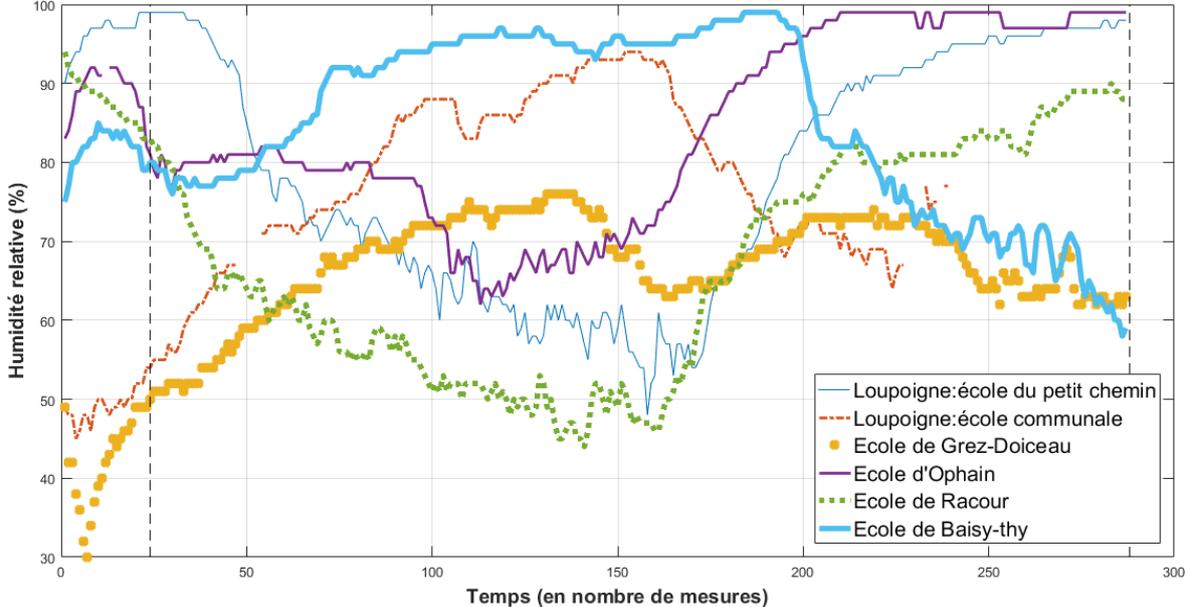
Illustration de la mise en place de la station météo portable sur le site d'essai (station météorologique mobile PCE-FWS20 Instrument)

Sur la photo on peut aussi observer la mise en place de panneaux collecteurs verticaux (ils sont placés en bordure du site et à 30-40 m à l'intérieur du site)

Graphique 1 - Evolution des températures (°C) de tous les essais "in situ" sur une période de ± 24 heures (mesures espacées de 5 min). La ligne pointillée verticale à gauche indique les 2 h après la pulvérisation.



Graphique 2 - Evolution de l'humidité relative (%) de tous les essais "in situ" sur une période de \pm 24 heures (mesures espacées de 5 min). La ligne pointillée verticale à gauche indique les 2 h après la pulvérisation.



2.3. Essai dérive à Grez-Doiceau : Essai N°1

Situation de l'école	Caractéristiques du site
Grez-Doiceau : Ecole Saint-Joseph-aux-Champs Rue de la Sainte du Chêne 20, 1390-Grez-Doiceau	Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain revêtu en dur) ouverte, fermée sur le côté champ par un préau qui s'interrompt au niveau de la barrière. Une route et un talus séparent d'au moins 10 m le champ de la cour de récréation.



Photos du site de Grez-Doiceau

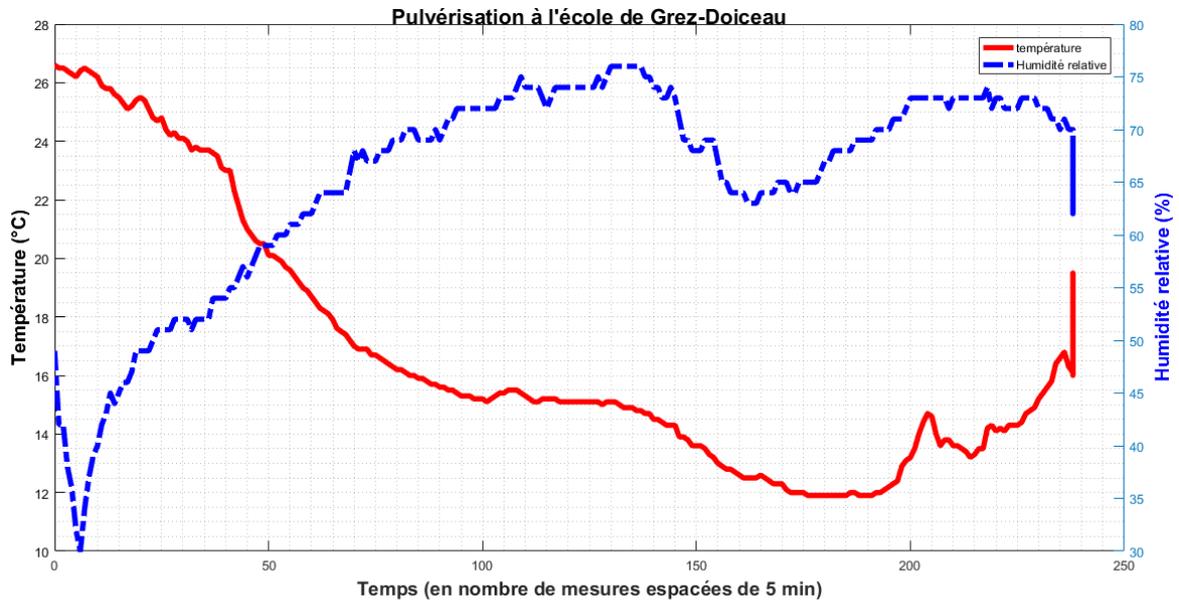


Carte montrant les alentours de l'école de Grez-Doiceau (centre du cercle) sur un rayon de 1 km (cercle blanc) (le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°1)

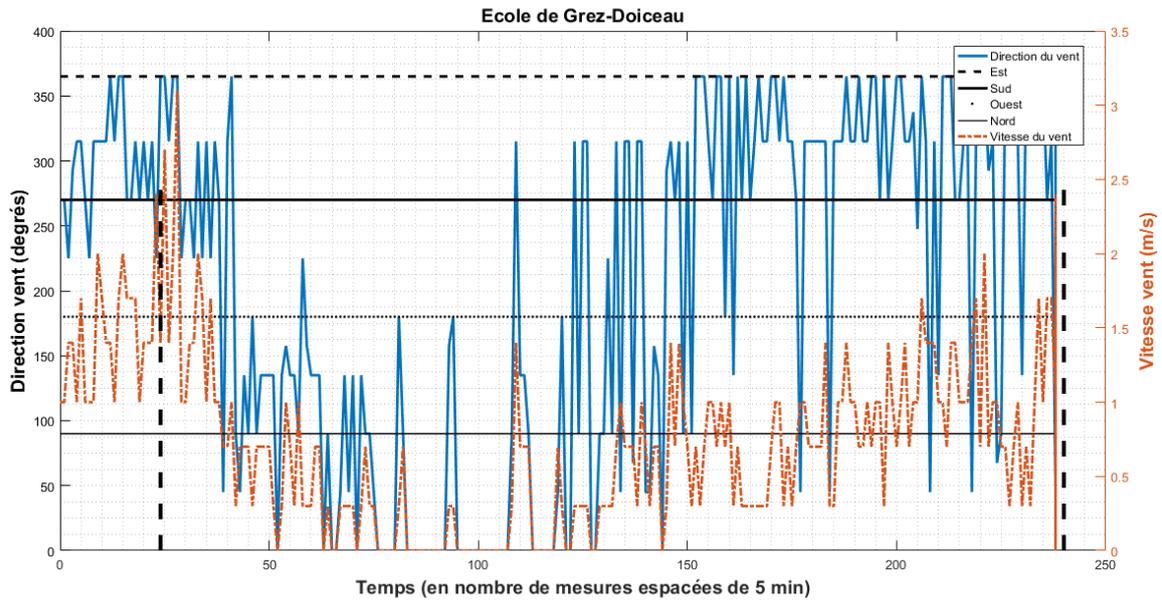
Situation de l'école	PPP appliqué(s), substance(s) active(s) concernée(s) et doses d'application du PPP	Conditions de l'essai réalisé
Grez-Doiceau : Ecole Saint-Joseph-aux-champs	<p>Palazzo®, 1,25 L/ha Epoxiconazole (62,5 g/l) Fenpropimorphe (200 g/l) Metrafenone (75 g/l)</p> <p>Bravo®, 1 L/ha Chlorothalonil (500 g/l)</p> <p>Medax Top® 0,5 L/ha Chlorure de mépiquat (300 g/l) Prohexadione (50 g/l) (pour mémoire, PPP non considéré dans l'essai)</p>	<p>Champ de froment. Pulvérisation réalisée le mercredi 9 mai 2018 vers 16h30, sur le champ situé au nord.</p> <p>Utilisation de buses anti-dérive 50% Teejet jaune, pression de 4 bars. Volume : 160 L/ha. Vitesse : 7 km/h. Panneaux placés en bordure à 10 m de la culture (orientation nord-sud) et à 40 m (fond de la cour).</p>

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Grez-Doiceau (Essai 1) Ecole Saint-Joseph-aux-champs	26±0,5°C	16±3°C	42±6%	67±6%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école de Grez-Doiceau (essai n°1)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école de Grez-Doiceau (essai n°1)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école de Grez-Doiceau : Essai n°1**

Le tableau 4 montre les résultats de l'essai sur la dérive à l'école de Grez-Doiceau. Seules les S.A. correspondant aux PPP pulvérisés lors de l'essai sont considérées pour mesurer les quantités de PPP qui ont dérivé dans la cour de récréation. Les quantités de substances retrouvées sur les capteurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Culture : froment

Quantités pulvérisées : Chlorothalonil 500 g/ha + Epoxiconazole 78,1 g/ha + Fenpropimorphe 250 g/ha + Métrafenone 93,75 g/ha (données communiquées par l'agriculteur).

Tableau 4 : Quantités ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) retrouvées lors de l'essai dérive « in situ » de Grez-Doiceau pour les substances actives pulvérisées (les données manquantes = ND : non détecté ou < LOQ)

		Chlorothalonil	Epoxiconazole	Fenpropimorphe	Métrafenone
	Distances	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Après 2 heures	0 m	10,10	180,58	6,73	ND
	2 m	9,90	213,84	ND	ND
	4 m	8,32	157,61	6,73	ND
	6 m	6,34	10,89	4,75	ND
	8 m	5,74	271,26	8,32	ND
	16m	4,75	123,55	1,86	ND
Dérive %		0,09	12,26	0,11	-
Après 24 heures	0 m	2,18	48,11	ND	ND
	2 m	1,46	22,18	3,56	ND
	4 m	1,94	17,03	ND	ND
	6 m	1,66	16,63	ND	ND
	8 m	1,62	12,47	1,98	ND
	16m	1,56	22,77	1,23	ND
Dérive %		0,02	1,78	0,03	-
Echantillonnage air après 24 h (ng/m^3)	30 m	ND	1,39	373,74	0,21

► **Commentaires**

Dans cet essai, la cour de récréation est séparée du champ par une route et deux talus (plus un petit muret). La cour est également partiellement abritée par un grand préau qui fait face au champ sur une grande longueur.

Il est difficile de voir une tendance générale similaire pour tous les produits. Mais malgré la distance entre la cour et le champ, et malgré l'emploi de buses anti-dérive 50%, des dépôts sont détectés dans la cour de récréation jusqu'à au moins 16 m à l'intérieur. Cependant on peut voir, avec quelques anomalies, que les quantités retrouvées sur les capteurs au sol diminuent lorsque l'on s'éloigne de la source d'émission, ce qui est logique par rapport à ce que l'on attend de mesures de la

dérive. On observe surtout une **diminution importante des quantités déposées avec le temps pour ces substances**. Pour **l'époxiconazole les résultats (quantités et % de dérive) sont plus élevés et la dérive n'est pas négligeable au total (14% de la quantité appliquée)**. Cependant, les dépôts sont aussi plus variables que pour les autres substances recherchées. Aucune trace de métrafenone n'a été détectée sur les capteurs (dépôts probablement trop faibles) alors qu'il a été détecté dans l'air à plus de 30 m de la limite de la cour de récréation (il est donc bien présent dans l'air).

Les résultats de l'échantillonnage de l'air montrent une concentration plus élevée du fenpropimorphe sur 24 h. Ce résultat est logique pour cette substance qui présente la plus haute pression de vapeur (3,5 mPa), suivi du métrafenone (0,153 mPa), du chlorothalonil (0,076 mPa) et de l'époxiconazole (0,00001 mPa). Par contre, pour l'époxiconazole comme pour le chlorothalonil (qui n'a pas été retrouvé dans l'air) les résultats ne sont pas corrélés avec leurs pressions de vapeur.

Cependant, d'autres S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration ; pour 79,2 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Concentrations dans l'air (ng/m ³)
anthraquinone	0,025	0,32
chlorprophame	0,024	0,30
clomazone	0,024	0,30
cyproconazole	0,093	1,17
ethofumesate	0,039	0,49
fenpropidine	0,023	0,29
flufenacet	0,044	0,56
flutolanil	0,036	0,45
metobromuron	0,10	1,26
propiconazole (sum of isomers)	0,067	0,85
propyzamide	0,030	0,38
prosulfocarbe	0,22	2,78
prothioconazole	0,093	1,17
spiroxamine (sum of isomers)	0,13	1,64

► **Autres substances détectées à Grez-Doiceau sur les capteurs placés au sol**

Les bulletins d'analyse de PRIMORIS (screening de plus de 540 S.A.) **indiquent aussi la présence de beaucoup d'autres S.A. (41 autres S.A. au total)** sur les 12 capteurs placés au sol malgré qu'elles n'aient théoriquement pas été pulvérisées le jour de l'essai. Nous avons répertoriés en fonction de la fréquence de détection, mais aussi des valeurs de dépôts en considérant que la valeur de 1 µg était significative. Certaines ne sont très probablement pas d'origine agricole.

Autres S.A. présentes	Ecole de Grez-Doiceau
<p>CLASSE 1 : 25 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est > 3 (quelle que soit la valeur du dépôt, présence dans 3/12 capteurs, soit 25% des échantillons)</p>	<p>Buprofezin Chlorpropham Clomazone DEET Difénoconazole Diflufenican Dimethenamid Fenobucarb Fenpropimorphe Flutolanil Fluxapyroxad Hexachlorobenzene Metamitrone Methiocarbe Metholachlor(S) Metobromuron Pendimethaline Pentachloroanisol Phenmediphame Propoxur Propyzamide Prothioconazole Quintozène Triadimefon Triallate</p>
<p>CLASSE 2 : 12 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est > 1 µg</p>	<p>Atrazine Azoxystrobine Carbetamide Cyproconazole Flufenacet Fluopyram Lenacile Metalaxyl Metazachlore Prosulfocarbe Pyrimethanil Tebuconazole</p>
<p>CLASSE 3 : 4 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est < 1µg</p>	<p>Butachlor DDT Etoxazole Tolclofos-méthyl</p>

2.4. Essai dérive à Ophain : Essai N°2

Situation de l'école	Caractéristiques du site
Ophain : Ecole communale le Grand Frêne Rue du Cimetière 51, 1421 Ophain-Bois-Seigneur-Isaac	Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain majoritairement revêtu en dur, une bande de 6m de pelouse jouxte le champ). Quelques arbustes se trouvent sur cette bande de pelouse.



Photos du site d'Ophain. L'école est entourée de champ de tous côtés.

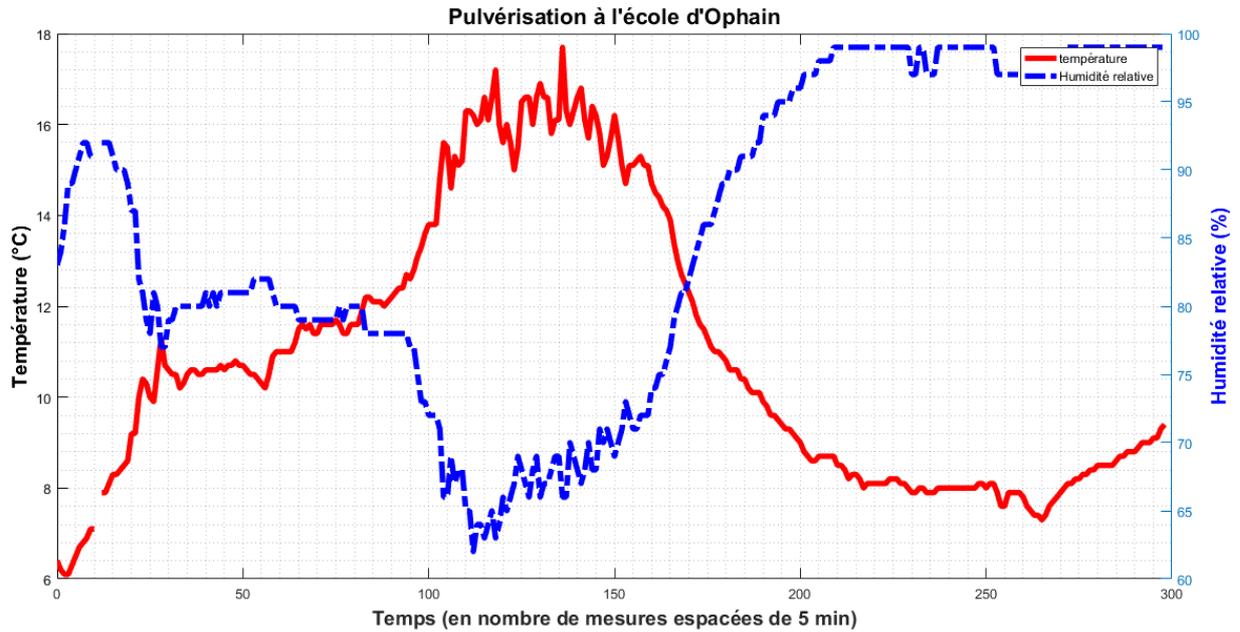


Carte montrant les cultures présentes aux alentours de l'école d'Ophain (centre du cercle) sur un rayon de 1 km (cercle jaune) (le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°2)

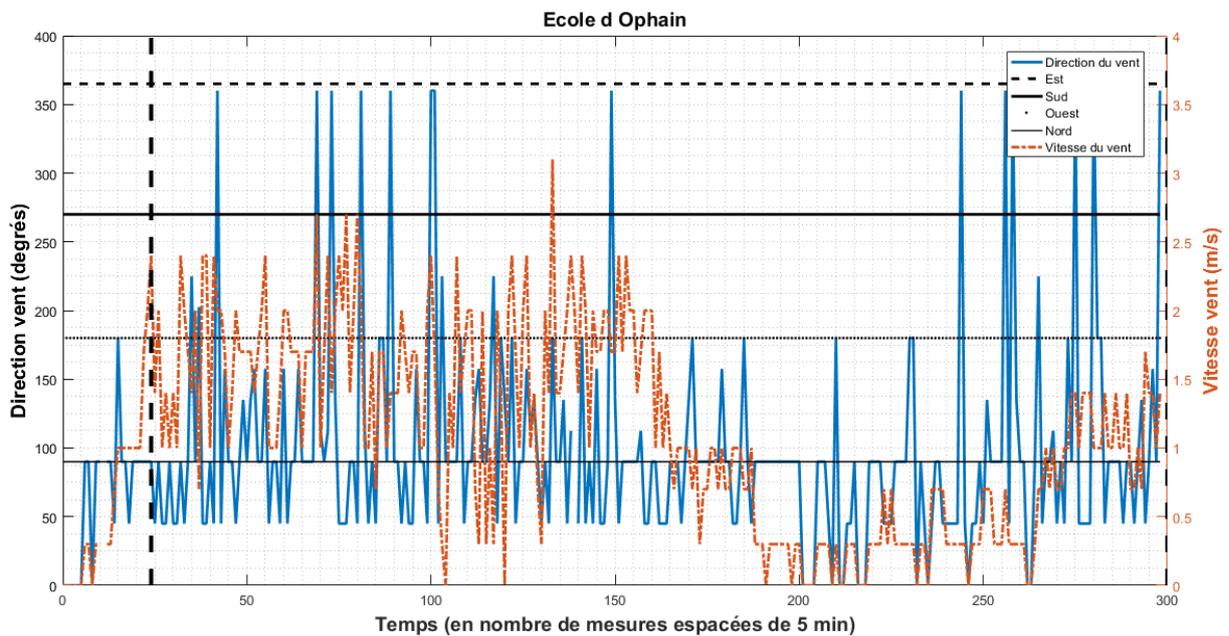
Situation de l'école	PPP appliqué(s), substance(s) active(s) concernée(s) et doses d'application du PPP	Conditions de l'essai réalisé
Ophain : Ecole communale le Grand Frêne	<p>Centium®, 0,20 L/ha Clomazone (360 g/l)</p> <p>Stomp Aqua®, 1,5 L/ha Pendimethaline (455 g/l)</p> <p><i>(Selon la documentation technique ARDO, le Stomp Aqua® est appliqué à 1,5 L/ha – au lieu de 2,5 L – quand il est en mélange avec Centium®).</i></p>	<p>Champ de pois (pour ARDO). La pulvérisation réalisée le dimanche 19 mai 2018 à 7h34, sur le champ situé au bord sud de l'école. Utilisation de buses ADX 120 025 LILAS. Pression 2 à 2,5 bars. Volume : 150 L/ha. Vitesse : 7 km/h Panneaux placés à la limite de la propriété de l'école, dans l'orientation sud-nord, et dans la cour à 30 m (fond de la cour).</p>

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Ophain : Ecole communale le Grand Frêne	8 ± 1°C	11 ± 3°C	89 ± 3%	84 ± 12%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école d'Ophain (essai n°2)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école d'Ophain (essai n°2)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école communale d'Ophain: Essai n°2**

Le tableau 5 montre les résultats de l'essai sur la dérive à Ophain. Les quantités de substances retrouvées sur les capteurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Culture : Pois

Quantités pulvérisées : Clomazone (72 g/ha) + Pendiméthaline (682,5 g/ha)

(quantités estimées/ha sur base de la documentation technique ARDO).

Tableau 5 : Quantités ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) retrouvées lors de l'essai dérive « in situ » de Ophain pour les substances actives pulvérisées (les données manquantes = ND : non détecté ou < LOQ)

		Clomazone	Pendiméthaline
	Distances	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Après 2 heures	0 m	67,91	0,16
	2 m	69,10	0,18
	4 m	ND	0,09
	6 m	104,74	0,22
	8 m	170,08	0,34
	16m	168,89	0,26
Dérive %		8,07	< 0,01
Après 24 heures	0 m	217,80	0,53
	2 m	267,30	0,46
	4 m	1520,64	0,79
	6 m	211,86	0,67
	8 m	235,62	0,59
	16m	334,62	0,65
Dérive %		38,72	< 0,01
Echantillonnage air après 24 h (ng/m^3)	30 m	ND	0,35

► **Commentaires**

Dans cet essai, la cour de récréation est séparée du champ seulement par une clôture en fil de fer et quelques arbustes, mais qui ne ferment pas complètement le côté face au champ de pois. On observe que les dépôts des deux substances sont mesurables. Il faut noter que l'agriculteur n'a pas utilisé de buses anti-dérive. Par conséquent, la dérive de la clomazone est importante jusqu'à 16 m (au total **la dérive atteint plus de 46%** de la quantité appliquée par m^2) ; cette S.A. est connue pour ce risque de dérive et de dégâts aux cultures voisines. Par contre, la dérive de la pendiméthaline est négligeable malgré les quantités appliquées/ha ; cependant cette S.A. est bien présente dans l'air (analyse de la cartouche)

Pour les capteurs laissés pendant 2 heures après la pulvérisation, la quantité de clomazone retrouvée augmente lorsque l'on s'éloigne de la source, ce qui est paradoxal si l'on ne comprend pas le mécanisme en jeu. Plus important, la quantité mesurée sur les capteurs augmente fortement (plus du double) avec le temps.

Ce résultat peut s'expliquer par le fait qu'il ne s'agit pas seulement d'une contamination directe par la dérive. La clomazone, connue pour être très volatile (sa pression de vapeur vaut 19,2 mPa), se remet en suspension dans l'air, et peut ainsi être transportée par les courants d'air plus loin que les premiers capteurs, et rester dans l'air durant une longue période.

La pendiméthaline, qui est une substance qui est modérément volatile (sa pression de vapeur vaut 1,94 mPa), présente des résultats assez comparables à ceux de la clomazone, mais en quantités déposées qui sont largement inférieures. Un vent compris entre 0,5 et 2,5 m/s majoritairement en direction de la cour a été mesuré. Ce qui augmente la probabilité d'une contamination, et ce d'autant plus que la cour n'est que très légèrement protégé par des arbustes. On observe aussi que la clomazone se retrouve de manière plus abondante sur les capteurs à 24h, quelle que soit la distance.

La pompe à air n'a pas capté de clomazone, malgré sa présence supposée notoire dans l'air. Une hypothèse serait qu'étant donné sa volatilité, ce dernier n'est pas resté adsorbé sur la cartouche (la S.A. se serait désorbée ?). Ce qui interroge sur la fiabilité des mesures avec ce type d'appareillage, au moins pour certaines substances.

Cependant, 2 autres S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration; pour 57,6 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Concentrations dans l'air (ng/m ³)
prosulfocarbe	0,026	0,45
tri-allate	0,013	0,23

► **Autres substances détectées à Ophain sur les capteurs placés au sol**

Les bulletins d'analyse de PRIMORIS (screening de plus de 540 S.A.) indiquent aussi la présence de **beaucoup d'autres S.A. (un total de 57 autres S.A.)** sur les 12 capteurs placés au sol malgré qu'elles n'aient théoriquement pas été pulvérisées le jour de l'essai. Nous avons répertorié en fonction de la fréquence de détection, mais aussi des valeurs de dépôts en considérant que la valeur de 1 µg était significative. Certaines ne sont très probablement pas d'origine agricole.

Autres S.A. présentes	Ecole d'Ophain
<p>CLASSE 1 : 23 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est > 3 (quelle que soit la valeur du dépôt, présence dans 3/12 capteurs, soit 25% des échantillons)</p>	<p>Atrazine Azoxystrobine Buprofezin Chlorothalonil Chlorpropham DEET Dimethenamid Epoconazole Fenobucarbe Flutolanil Hexachlorobenzene Lindane Methiocarbe</p>

	Metholachlor Metobromuron Pentachloroanisol Phenmediphame Propoxur Prothioconazole Spirotetramat Tebuconazole Triadimefon Tri-allate
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>CLASSE 2 : 21 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est > 1 µg</p>	Acetamiprid Chlorantraniliprole Difénoconazole Diflufenican Dimethomorphe Diuron Etoxazole Flusilazole Fluxapyroxad Imidacloprid Metalaxyl Metamitron Myclobutanil Nicosulfuron Paclobutrazol Propamocarbe Propazin Propyzamide Prosulfocarbe Pyrimethanil Tricyclazole
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>CLASSE 3 : 13 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est < 1 µg</p>	Boscalid Butachlor Chlorothalonil Chlorprophame Dimethoate Fenpropimorphe HCH (Alfa) Oxadiazon Piperonyl-butoxyde Pretilachlor Tolclofos-méthyl Trifluraline Quintozène
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.5. Essai dérive à Loupoigne (école du Petit Chemin) : Essai N°3

<p>Loupoigne : Ecole libre du Petit Chemin (St-Jean) Chemin de la Waronche 18, à 1471 Loupoigne</p>	<p>Le site d'essai retenu est une cour de récréation (terrain majoritairement revêtu de gravillons). Un mur de 2 m de haut sépare la cour du champ. Les bâtiments protègent également la cour. Deux grands arbres se trouvent devant le mur dans la cour.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Photos du site (école libre du Petit Chemin). On note la présence des murs.

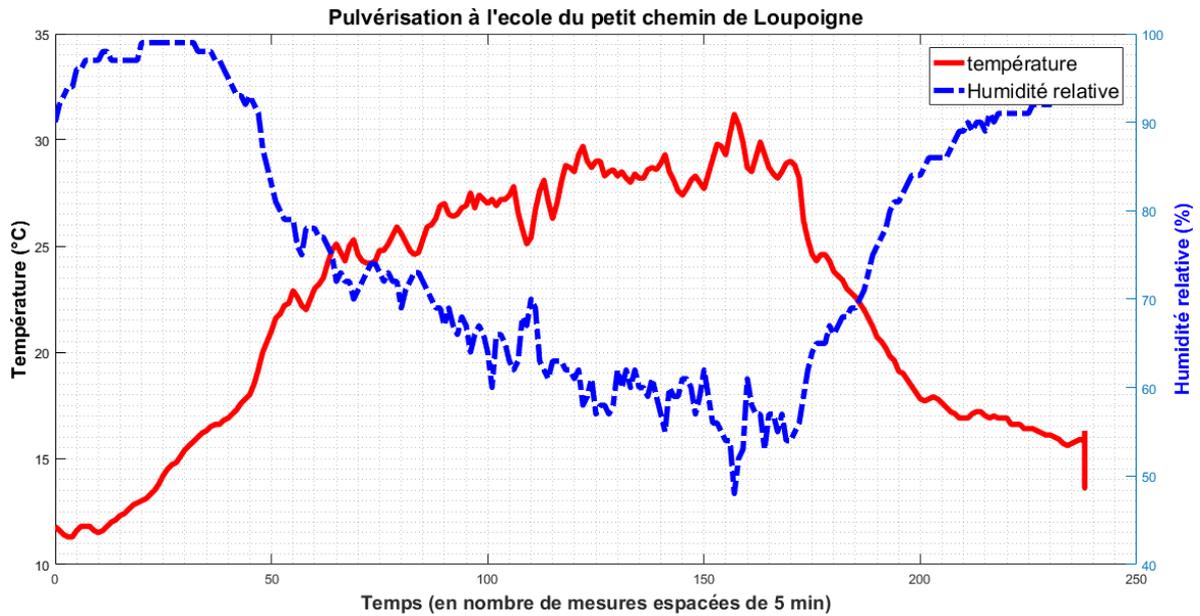


Carte montrant les alentours de l'école libre du Petit Chemin de Loupoigne (centre du cercle) sur un rayon de 1 km (cercle Jaune) (le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°3)

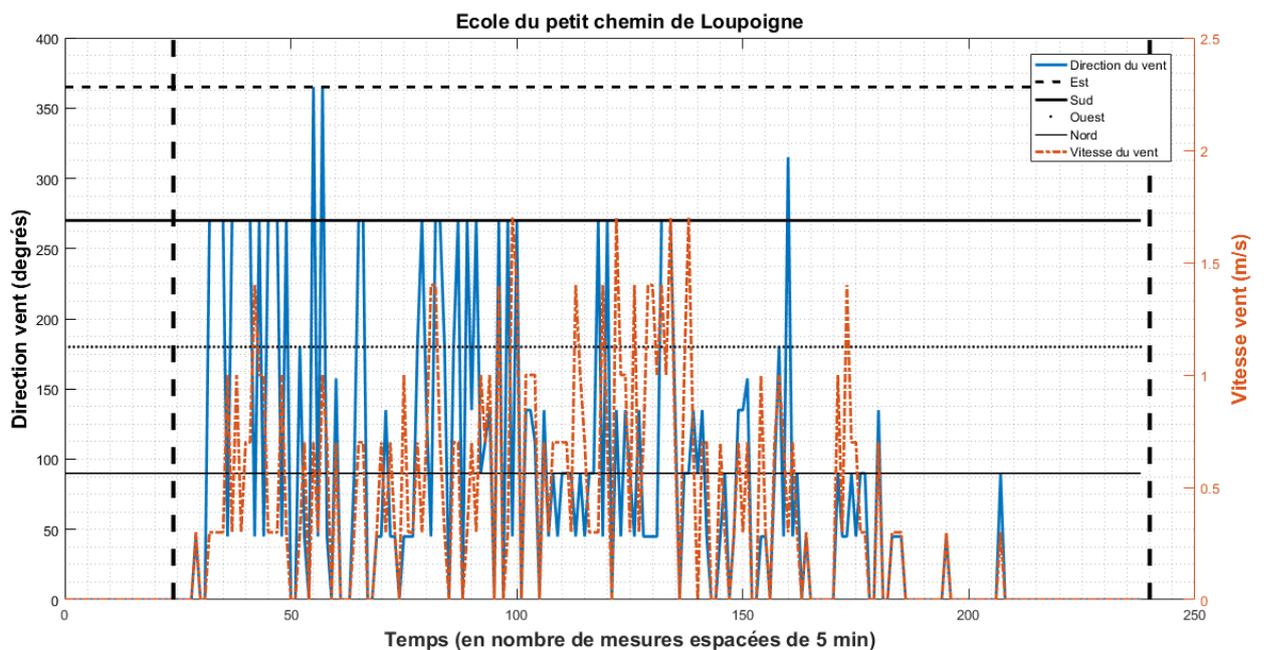
Situation de l'école	PPP appliqué(s), substance(s) active(s) concernée(s) et doses d'application du PPP	Conditions de l'essai réalisé
Loupoigne : Ecole libre du Petit Chemin	<p>Ceratavo Plus®, 0,55 L/ha Benzovindiflupyr (100 g/l)</p> <p>Plexeo 60®, 0,833 L/ha Metconazole (60 g/l)</p> <p>Kestrel®, 0,40 L/ha Prothioconazole (160 g/l) Tebuconazole (80 g/l)</p> <p>Lambda 50 EC®, 0,05 L/ha Lambda-Cyhalothrine (50 g/l)</p>	<p>Champ de froment.</p> <p>Pulvérisation réalisée le vendredi 20 mai 2018 à 5h48, sur le champ situé au bord ouest de l'école.</p> <p>Utilisation de buses anti-dérive 50% ALBUZ ADI 110 03, à une pression de 2,5 bars.</p> <p>Volume : 125 L/ha. Vitesse : 10,5 km/h</p> <p>Panneaux placés à la limite de la propriété de l'école, dans l'orientation ouest-est à 30 m (fond de la cour).</p>

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Loupoigne : Ecole libre du Petit Chemin	12±2°C	22±10°C	96±2%	78±15%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école du Petit Chemin à Loupaigne (essai n°3)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école du Petit Chemin à Loupaigne (essai n°3)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école libre du Petit Chemin à Loupaigne (essai n°3)**

Le tableau 6 montre les résultats de l'essai sur la dérive à Loupaigne (école libre du Petit Chemin ou St Jean). Les quantités de substances retrouvées sur les capteurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Culture : froment

Les quantités pulvérisées sont : Prothioconazole (64 g/ha) + Tebuconazole (32 g/ha) + Metconazole (50,0 g/ha) + Lambda-Cyhalothrine (2,5 g/ha) + Benzovindiflupyr (55 g/ha) (données communiquées par l'agriculteur).

Tableau 6 : Quantités ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) retrouvées lors de l'essai dérive « in situ » de Loupaigne (école du petit chemin) pour les substances actives pulvérisées (les données manquantes = ND : non détecté ou $< \text{LOQ}$)

		Prothioconazole	Tebuconazole	Metconazole	Lambda-Cyhalothrine	Benzovindiflupyr
	Distances	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Après 2 heures	0 m	0,04	0,09	0,02	ND	ND
	2 m	0,04	0,12	0,03	ND	ND
	4 m	ND	ND	ND	ND	ND
	6 m	ND	ND	ND	ND	ND
	8 m	ND	ND	ND	ND	ND
	16m	ND	ND	ND	ND	ND
% Dérive		< 0,01	0,01	< 0,01	-	-
Après 24 heures	0 m	1,01	0,38	ND	ND	ND
	2 m	530,64	ND	ND	ND	ND
	4 m	11,48	0,48	ND	ND	ND
	6 m	8,71	0,40	ND	ND	ND
	8 m	0,36	ND	ND	ND	ND
	16m	0,38	0,04	ND	ND	ND
% Dérive		8,63	0,04	-	-	-
Echantillonnage air après 24 h (ng/m^3)	30 m	ND	ND	ND	ND	ND

► **Commentaires**

Dans cet essai, la cour de récréation est séparée du champ par une tournière de 10 m de large, un mur en pierre de 2 mètres de haut et deux grands arbres (± 15 m) avec un feuillage très dense. Il en résulte que la cour est a priori bien protégée. De plus la pulvérisation a été réalisée dans des conditions idéales (buses anti-dérive 50%, pas de vent, et une humidité relative proche des 100% et une température de 12°C). Cette situation se reflète dans les résultats des deux premières heures de l'essai, en effet les quantités détectées pour trois des cinq substances pulvérisées sont faibles ; c'est

seulement sur les deux premiers panneaux que trois des substances ont été mesurées. Après 24 heures, la dérive du prothioconazole est mesurable et proche de 9%. Pourtant ces trois S.A. ont une volatilité très faible, leur pression de vapeur est respectivement $< 4.10^{-4}$ mPa pour le prothioconazole, de $1,7.10^{-3}$ mPa pour le tebuconazole et de $2,1 \text{ mPa}.10^{-5}$ mPa pour le metconazole. Aucune trace de lambda-cyhalothrine ni de benzovindiflupyr n'a été mesurée (dépôts probablement trop faibles). Cependant, on notera que malgré une disposition de la cour de récréation très peu favorable à la contamination par la dérive, des dépôts mesurables sont néanmoins observés jusqu'à 16 m.

Sur les panneaux récupérés 24h après la pulvérisation, les dépôts apparaissent plus importants, mais seulement deux des produits phytopharmaceutiques pulvérisés ont été détectés. Ces dépôts ne peuvent pas être attribués à la dérive directe, mais au mouvement des particules dans l'air durant les 24 h de durée de l'essai ; **les particules arrivent à franchir l'obstacle que constitue le mur et/ou le bâtiment de l'école.** Ainsi, le prothioconazole, présente des dépôts variables, mais plus importants sur les premiers mètres après 2 h, et se retrouve sur tous les capteurs jusqu'à 16 m de profondeur dans la cour après 24 h. **Après 24, h la « dérive » du prothioconazole atteint même 8,6%.** Pourtant aucune des substances actives de l'essai n'ont été détectées dans l'échantillon d'air. Cela peut s'expliquer non seulement par le caractère peu volatil des substances, par des vents favorables mais aussi par la conformation de la cour de l'école (qui offre a priori une bonne protection contre les vents).

Cependant, 3 autres S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration; pour 67,2 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Concentrations dans l'air (ng/m ³)
clomazone	0,013	0,19
pro sulfocarbe	0,28	4,20
tri-allate	0,018	0,27

► **Autres substances détectées à Loupaigne (école libre du Petit Chemin) sur les capteurs placés au sol**

Les bulletins d'analyse de PRIMORIS (screening de plus de 540 S.A.) indiquent aussi **la présence de beaucoup d'autres S.A. (un total de 39 autres S.A.)** sur les 12 capteurs placés au sol malgré qu'elles n'aient théoriquement pas été pulvérisées le jour de l'essai. Nous avons répertoriés en fonction de la fréquence de détection, mais aussi des valeurs de dépôts en considérant que la valeur de 1 µg était significative.

Autres S.A. présentes	Ecole du Petit Chemin
<p>CLASSE 1 : 19 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est > 3 (quelle que soit la valeur du dépôt, présence dans 3/12 capteurs, soit 25% des échantillons)</p>	<p>Anthraquinone Benfluraline Chlorprophame Clomazone DEET Dimethenamid Epoxiconazole Ethofumesate</p>

	Fenobucarbe Fluxapyroxad Metamitron Metholachlor Metobromuron Pendimethaline Pentachloroanisol Phenmediphame Propyzamide Prosulfocarbe Tri-allate
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CLASSE 2 : 2 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est > 1 µg	Boscalid Fenuron
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

CLASSE 3 : 18 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est < 1µg	Aclonifen Atrazine Azoxystrobine Chlorothalonil Flufenacet Fluopyram HCH (Alfa) Hexachlorobenzene Lindane Oxadiazon Piperonyl-butoxyde Pyraclostrobine Pyrimethanil Spirotetramat Terbutylazine Tolclofos-methyl Triadimefon Quintozène
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.6. Essai dérivation à Loupoigne (école communale) : Essai N°4

<p>Loupoigne : Ecole Communale Rue du centre 30, à 1471 Loupoigne</p>	<p>Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain en pelouse sur 10 m en bord de champ. Terrain revêtu en dur sur le reste de la cour). Une petite haie de 1m de haut se trouve entre le champ et la cour.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Photos du site de l'école communale de Loupoigne

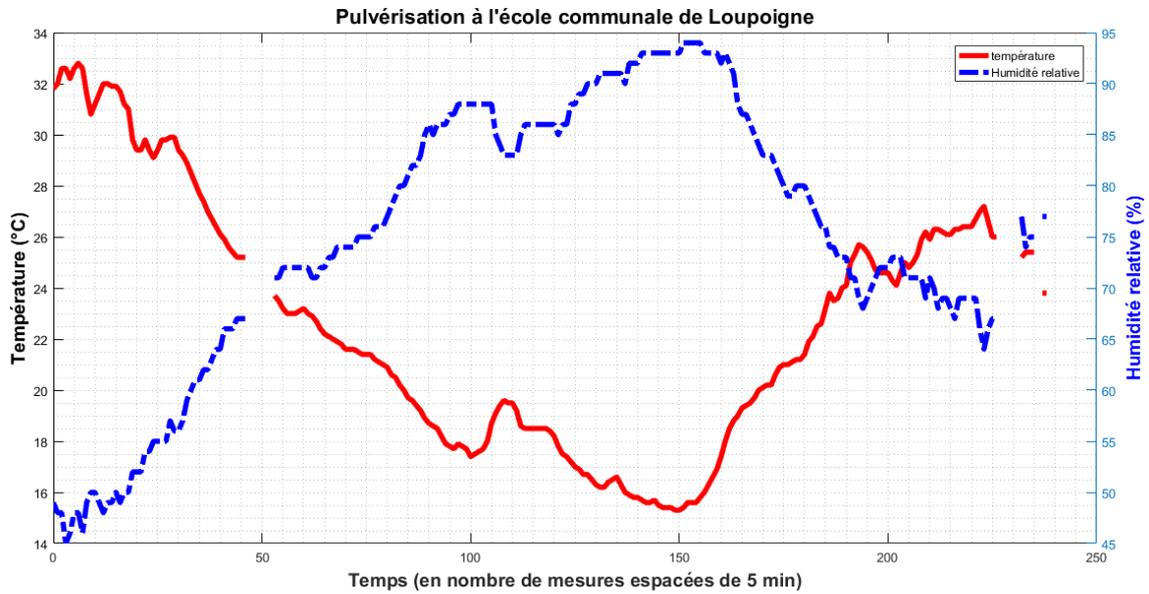


Carte montrant les alentours de l'école communale Loupoigne (centre du cercle) sur un rayon de 1 km (cercle Jaune) (le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°4)

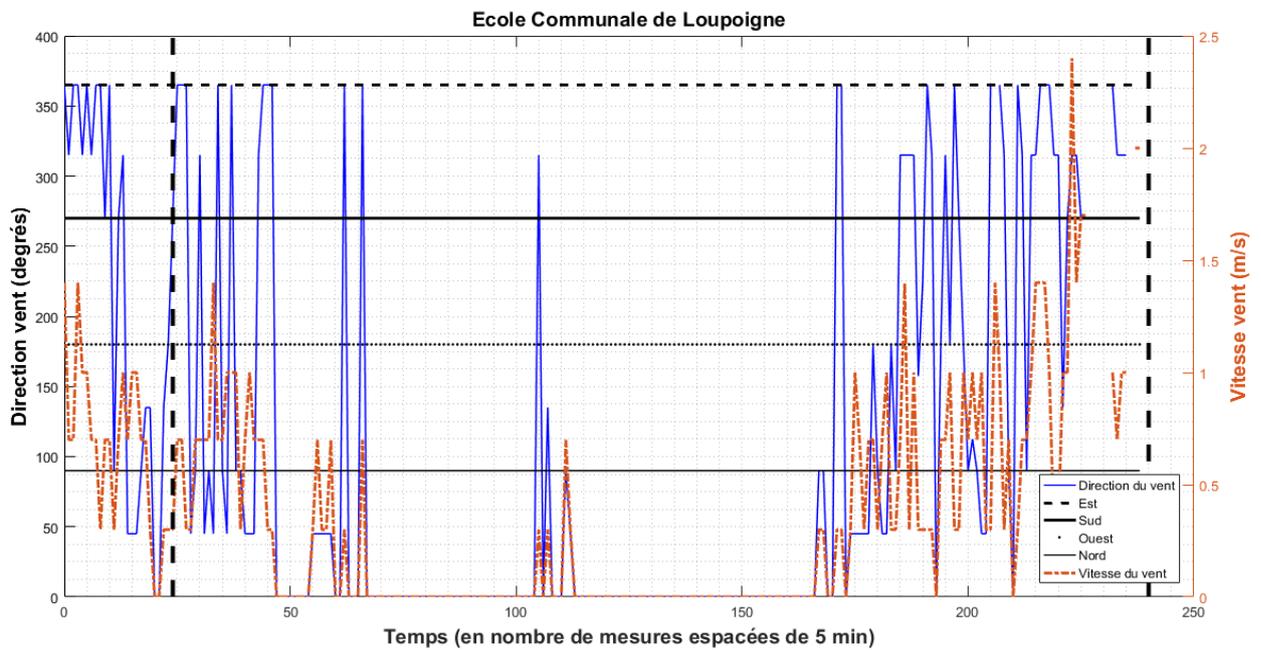
Situation de l'école	PPP appliqué(s), substance(s) active(s) concernée(s) et doses d'application du PPP	Conditions de l'essai réalisé
Loupoigne : Ecole Communale	<p>Prosaro®, 1 L/ha Prothioconazole (125 g/l) Tebuconazole (125 g/l)</p> <p>Amistar®, 0,30 L/ha Azoxystrobine (250 g/l)</p> <p>Lambda 50 EC®, 0,10 L/ha Lambda-Cyhalothrine (50 g/l)</p>	<p>Champ de froment.</p> <p>La pulvérisation a été réalisée le samedi 21 mai 2018 à 20h30.</p> <p>Utilisation de buses ALBUZ, pression 2 bars.</p> <p>Volume : 200 L/ha. Vitesse 6,5 km/h.</p> <p>Panneaux placés face au champ, à la limite de la propriété de l'école, dans l'orientation nord-ouest sud-ouest.</p> <p>Les panneaux placés dans le fond de la cour ont été arrachés.</p>

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Loupoigne : Ecole Communale	31±1°C	21±1°C	50±2%	78±10%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école communale de Loupoigne (essai n°4)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école communale de Loupoigne (essai n°4)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école communale à Loupoigne : Essai n°4**

Le tableau 7 montre les résultats de l'essai sur la dérive à l'école communale de Loupoigne. Les quantités de substance retrouvées sur les capteurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Les % de dérive sont calculés comme étant la masse d'une substance en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ divisé par la masse de cette substance pulvérisée sur un hectare selon les recommandations officielles (Phytoweb).

Culture : froment

Azoxystrobine (75 g/ha) + Prothioconazole (125 g/ha) + Tebuconazole (125 g/ha) + Lambda-Cyhalothrine (5 g/ha) (données communiquées par l'agriculteur).

Tableau 7 : Quantités ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) retrouvées lors de l'essai dérive « in situ » de Loupoigne (école communale) pour les substances actives pulvérisées (les données manquantes = ND : non détecté ou $< \text{LOQ}$)

		Azoxystrobine	Prothioconazole	Tebuconazole	Lambda-Cyhalothrine
	Distances	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Après 2 heures	0 m	ND	1,15	1,64	ND
	2 m	ND	0,05	0,09	ND
	4 m	ND	0,06	0,09	ND
	6 m	0,03	0,05	0,08	ND
	8 m	0,03	0,04	0,09	ND
	16m	70,49	1,90	1,82	ND
% Dérive		0,94	0,03	0,03	-
Après 24 heures	0 m	0,11	0,63	0,32	ND
	2 m	0,10	0,51	0,22	ND
	4 m	0,13	0,55	0,24	ND
	6 m	0,04	0,42	0,17	ND
	8 m	0,09	0,51	0,26	ND
	16m	0,16	0,71	0,38	ND
% Dérive		0,01	0,02	0,01	-
Echantillonnage air après 24 h (ng/m^3)	30 m	ND	ND	ND	ND

► **Commentaires**

Cet essai a été réalisé dans une cour de récréation peu protégée, mais toutefois la dérive mesurée est très faible (moins de 1%). La cour de récréation est en grande partie constituée d'une pelouse tondue ; elle n'est séparée du champ que par une clôture en fil de fer et une haie taillée à un mètre de hauteur ; cependant comme le terrain est en pente, l'effet d'écran de la haie est certainement

diminué. La pulvérisation a été effectuée en début de soirée par 30°C de chaleur, avec une humidité proche des 50%, avec un vent de maximum 1,5 m/s et plus ou moins dans la direction de la cour de récréation. Dans ces conditions la dérive a été faible pour toutes les S.A. (< 1%).

On observe que, hormis la lambda-cyhalothrine (sans doute en trop faible concentration dans l'air), la majorité des capteurs ont détectés les substances pulvérisées, mais en de faibles quantités et ce en dépit de conditions météorologiques favorables à la contamination par dérive. Il est intéressant de noter que les dépôts les plus importants sont obtenus sur les capteurs placés à 16 m après 2 h. Après 24 h, les dépôts diminuent et restent peu importants quelles que soient les distances. La faible volatilité des substances pulvérisées (azoxystrobine ($1,1 \cdot 10^{-7}$ mPa), prothioconazole ($< 4 \cdot 10^{-4}$ mPa), tébuconazole ($1,7 \cdot 10^{-3}$ mPa)) pourrait expliquer ces résultats.

Il est à noter qu'aucune des substances actives pulvérisées n'a été détectée dans les échantillons d'air. Ceci interroge à nouveau sur l'intérêt de cet appareillage pour ce type de mesure. Cependant, d'autres S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration ; pour 96,0 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Concentrations dans l'air (ng/m ³)
acлонifen	0,035	0,36
anthraquinone	0,063	0,66
benfluralin	0,16	1,67
biphenyl	0,63	6,56
chlorpropham	0,21	2,19
clomazone	0,082	0,85
dichlobenil	0,016	0,17
dimethachlor	0,014	0,15
dimethenamid	0,016	0,17
diphenylamine	0,093	0,97
ethofumesate	0,031	0,32
heptachlor	0,016	0,17
hexachlorobenzene (HCB)	0,019	0,20
lindane	0,01	0,10
metobromuron	0,055	0,57
pendimethalin	0,59	6,15
propyzamide	0,036	0,38
prosulfocarb	0,8	8,33
tri-allate	0,33	3,44

► **Autres substances détectées à Loupoinge (école communale) sur les capteurs placés au sol**

Les bulletins d'analyse de PRIMORIS (screening de plus de 540 S.A.) indiquent aussi **la présence de beaucoup d'autres S.A. (53 autres S.A.)** sur les 12 capteurs placés au sol malgré qu'elles n'aient

théoriquement pas été pulvérisées le jour de l'essai. Nous avons répertoriés en fonction de la fréquence de détection, mais aussi des valeurs de dépôts en considérant que la valeur de 1 µg était significative.

Autres S.A. présentes	Ecole communale de Loupigne
<p align="center">CLASSE 1 : 32 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est > 3 (quelle que soit la valeur du dépôt, présence dans 3/12 capteurs, soit 25% des échantillons)</p>	<p>Amétoctradine Anthraquinone Carbendazim Chlorprophame Clomazone Difénoconazole Dimethenamid Diuron Epoxiconazole Ethofumesate Fenobucarbe Flufenacet Fluopyram Hexaconazole Lindane Linuron Methiocarbe Metholachlor Metobromuron Myclobutanil Pendimethaline Pentachloroanisol Phenmediphame Piperonyl-butoxyde Propiconazole Propyzamide Prosulfocarbe Pyrimethanil Terbutylazine Tolclofos-methyl Triadimefon Tri-allate</p>
<p align="center">CLASSE 2 : 0 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est > 1 µg</p>	<p>Néant</p>

<p>CLASSE 3 : 21 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est < 1µg</p>	<p>Aclonifen Atrazine Boscalid Chlorothalonil DEET Diflufenican Dimethomorphe Fluazinam Flutolanil Fluxapyroxad Isoprothiolane HCH (Alfa) Hexachlorobenzene Lenacil Methabenzthiazuron Paclobutrazole Propanil Spirotetramat Thiacloprid Triazophos Quintozène</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.7. Essai dérive à Racour (école communale) : Essai N°5

<p>Racour (Lincent): Ecole Communale Rue de Landen, 85 4287Racour (Lincent)</p>	<p>Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain en pelouse). La pelouse se trouve en bordure de champ. Une simple clôture sépare la cour du champ.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Photos du site de l'école de Racour

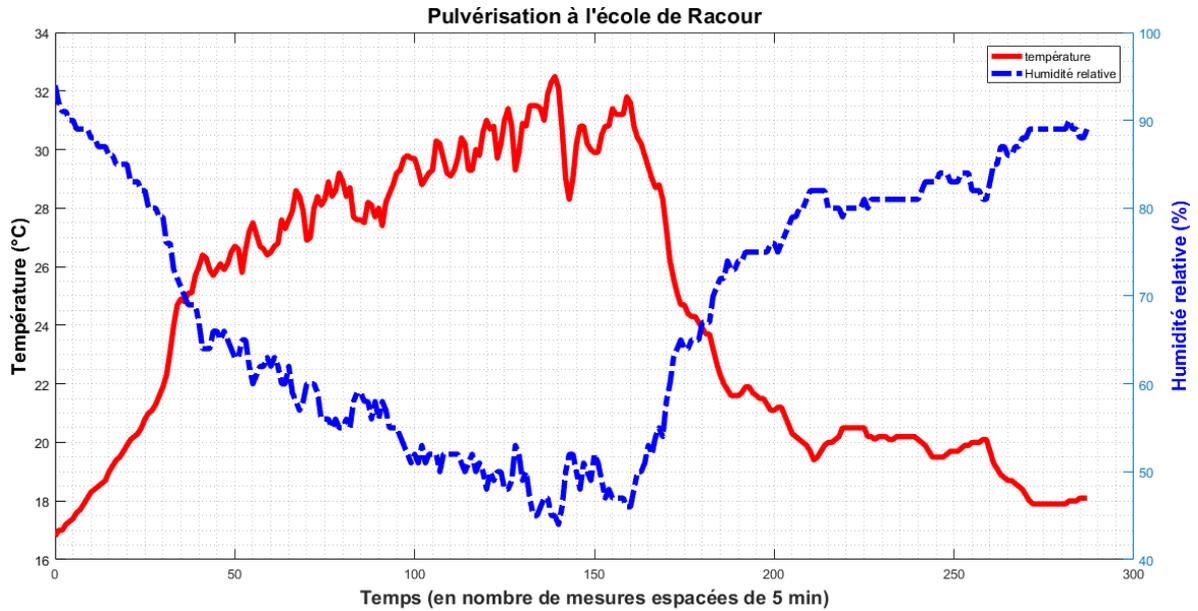


Carte montrant les cultures présentes aux alentours de l'école de Racour (centre du cercle) sur un rayon de 1 km (cercle jaune) (le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°5)

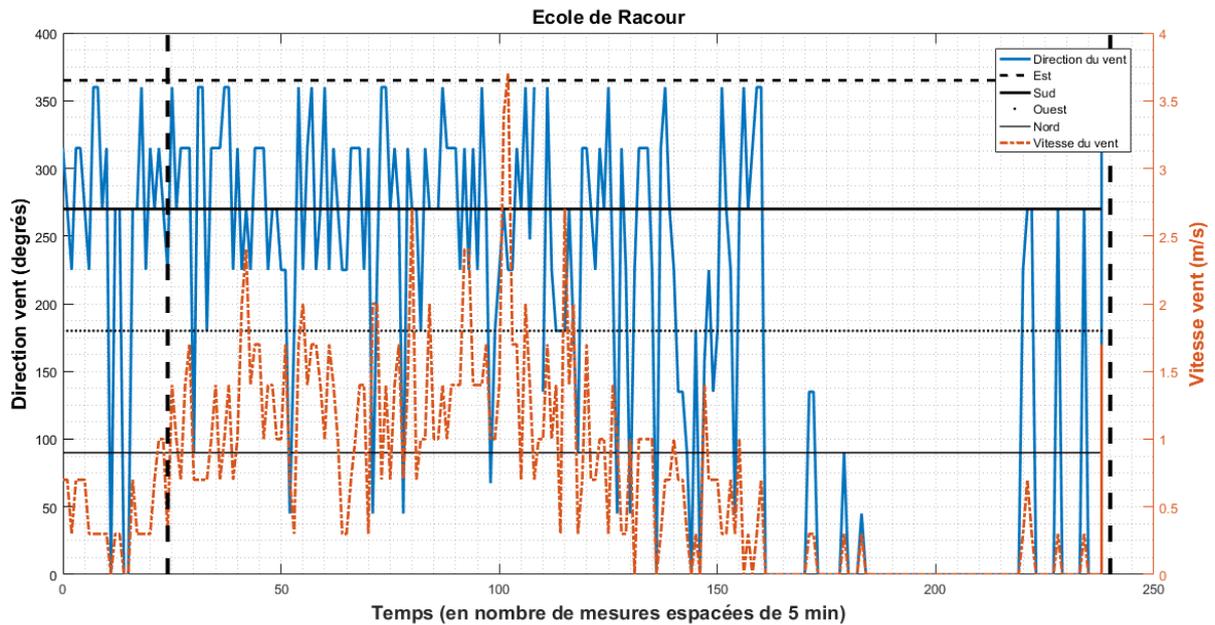
Situation de l'école	PPP appliqué(s), substance(s) active(s) concernée(s) et doses d'application du PPP	Conditions de l'essai réalisé
Racour (Lincent): Ecole Communale	Cerix® , 1,4 L/ha Epoxiconazole (41,6 g/l) Fluxapyroxad (41,6 g/l) Pyraclostrobine (66,6 g/l) Tebusip® , 0,50 L/ha Tebuconazole (250 g/l) Fury 100 EW® , 0,15 L/ha Zeta-Cyperméthrine (100 g/l)	Champ de froment La pulvérisation a été réalisée le mercredi 30 mai 2018 à 7h00. Buses anti-dérive 75% AVI TWIN 03, pression 4 bars Volume 200 L/ha. Vitesse 8 km/h. Panneaux placés à la limite de la propriété de l'école, dans l'orientation nord-ouest sud-ouest. Panneaux placés dans le fond de la cour à 40 m.

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Racour (Lincent): Ecole Communale	18±1°C	25±5°C	88±3%	67±14%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école communale de Racour (essai n°5)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école communale de Racour (essai n°5)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école communale de Racour : Essai n°5**

Le tableau 8 montre les résultats de l'essai sur la dérive à Racour. Les quantités de substances retrouvées sur les capteurs sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Culture : froment

Quantités pulvérisées : Epoxiconazole (58,24 g/ha) + Fluxapyroxad (58,24 g/ha) + Pyraclostrobin (93,24 g/ha) + Tebuconazole (125 g/ha) + Zeta-Cyperméthrine (15 g/ha) (données fournies par l'agriculteur).

Tableau 8 : Quantités ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) retrouvées lors de l'essai dérive « in situ » de Racour (école communale) pour les substances actives pulvérisées (les données manquantes = ND : non détecté ou $< \text{LOQ}$)

		Epoxiconazole	Fluxapyroxad	Pyraclostrobin	Tebuconazole	Zeta-Cyperméthrine
	Distances	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Après 2 heures	0 m	ND	ND	ND	ND	ND
	2 m	ND	ND	ND	ND	ND
	4 m	ND	ND	ND	ND	ND
	6 m	ND	ND	ND	ND	ND
	8 m	ND	ND	ND	ND	ND
	16m	ND	ND	ND	ND	ND
% Dérive		-	-	-	-	-
Après 24 heures	0 m	0,05	ND	ND	0,17	ND
	2 m	48,51	12,08	0,22	160,78	ND
	4 m	0,04	ND	ND	0,12	ND
	6 m	0,42	0,06	ND	0,44	ND
	8 m	0,03	ND	ND	0,10	ND
	16m	0,34	0,02	5,94	0,18	ND
% Dérive		0,85	0,21	0,07	1,29	-
Echantillonnage air après 24 h (ng/m^3)	30 m	ND	ND	ND	ND	ND

► **Commentaires**

Cet essai a été réalisé dans une cour de récréation non protégée. La cour de récréation est en grande partie constituée d'une pelouse tondue ; elle n'est séparée du champ que par une clôture en fil de fer.

Malgré cette disposition, aucune des substances pulvérisées au cours de cet essai n'a été détectée sur les panneaux récupérés après 2 heures d'exposition. Cependant, les substances pulvérisées ont été détectées sur une majorité des panneaux récupérés 24 h après la pulvérisation, majoritairement

en faibles quantités. La dérive après 24 h est mesurable mais très faible (< 1%) sauf pour le tébuconazole (1,3%). Par contre, il est très intéressant d'observer que les dépôts de toutes les substances actives (sauf pour la lambda-cyhalothrine) augmentent avec le temps sur les capteurs au sol. Ces résultats montrent à nouveau l'intérêt de faire des mesures décalées dans le temps.

Il est à noter qu'aucune des substances actives pulvérisées n'a été détectée dans les échantillons d'air. Ceci interroge à nouveau sur l'intérêt de cet appareillage pour ce type de mesure. Cependant, d'autres S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration ; pour 60,0 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Quantités mesurées (ng/m ³)
benfluraline	0,086	1,43
biphenyl	0,42	7,00
chlorprophame	0,036	0,60
clomazone	0,027	0,45
dichlobenil	0,13	2,17
dimethenamid	0,012	0,20
diphenylamine	0,068	1,13
hexachlorobenzene (HCB)	0,015	0,25
isoprocarbe	0,022	0,37
metobromuron	0,033	0,55
pendimethaline	0,22	3,67
prosulfocarb	0,10	1,67
tri-allate	0,88	14,67

► **Autres substances détectées à Racour (école communale) sur les capteurs placés au sol**

Les bulletins d'analyse de PRIMORIS (screening de plus de 540 S.A.) indiquent aussi la présence de **beaucoup d'autres S.A. (65 autres S.A.)** sur les 12 capteurs placés au sol malgré qu'elles n'aient théoriquement pas été pulvérisées le jour de l'essai. Nous avons répertorié en fonction de la fréquence de détection, mais aussi des valeurs de dépôts en considérant que la valeur de 1 µg était significative.

Autres S.A. présentes	Ecole de Racour
<p>CLASSE 1 : 28 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est > 3 (quelle que soit la valeur du dépôt, présence dans 3/12 capteurs, soit 25% des échantillons)</p>	<p>Anthraquinone Azoxystrobine Benfluraline Boscalid Carbendazim Chlorothalonil Chlorprophame Clomazone Dimethenamid Diuron Ethofumesate Flufenacet Lindane Metazachlore Metholachlor Metobromuron Pendimethaline Pentachloroanisol Phenmediphame Piperonyl-butoxyde Propiconazole Prosulfocarbe Prothioconazole Pyrimethanil Terbutylazine Thiabendazole Triadimefon Tri-allate</p>
<p>CLASSE 2 : 11 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est > 1 µg</p>	<p>Amétoctradine Chlorotoluron Difénoconazole Dimethomorph Fluopyram Flusilazole Metalaxyl Paclobutrazol Propoxur Spirotetramat Trifloxystrobine</p>

<p>CLASSE 3 : 26 S.A. Substances actives dont la fréquence de détection est < 3 (< 25% des échantillons) et dont la valeur du dépôt est < 1µg</p>	<p>Aclonifen Atrazine Buprofezin Butachlor Chlorantraniliprole Dicloran Diflufenican Dodine Endosulfan Fenhexamid Fenobucarbe Fludioxonil Hexachlorobenzene Hexaconazole Imidacloprid Lenacil Metamitron Methiocarbe Myclobutanil Oxadiazon Pirimicarbe Procymidone Propyzamide Simazine Triadimenol Tricyclazole</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.8. Essai dérive à Baisy-Thy (école communale) : Essai N°6

<p>Baisy-Thy : Ecole Communale Rue Godefroid de Bouillon 2, à 1470 Baisy-Thy</p>	<p>Le site d'essai retenu est une cour de récréation. La cour de récréation est en grande partie constituée d'une pelouse tondue ; elle n'est séparée du champ que par une clôture en fil de fer. La pelouse se trouve en bordure de champ. Le champ de froment est cultivé en « bio ».</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Photos du site de Baisy-Thy



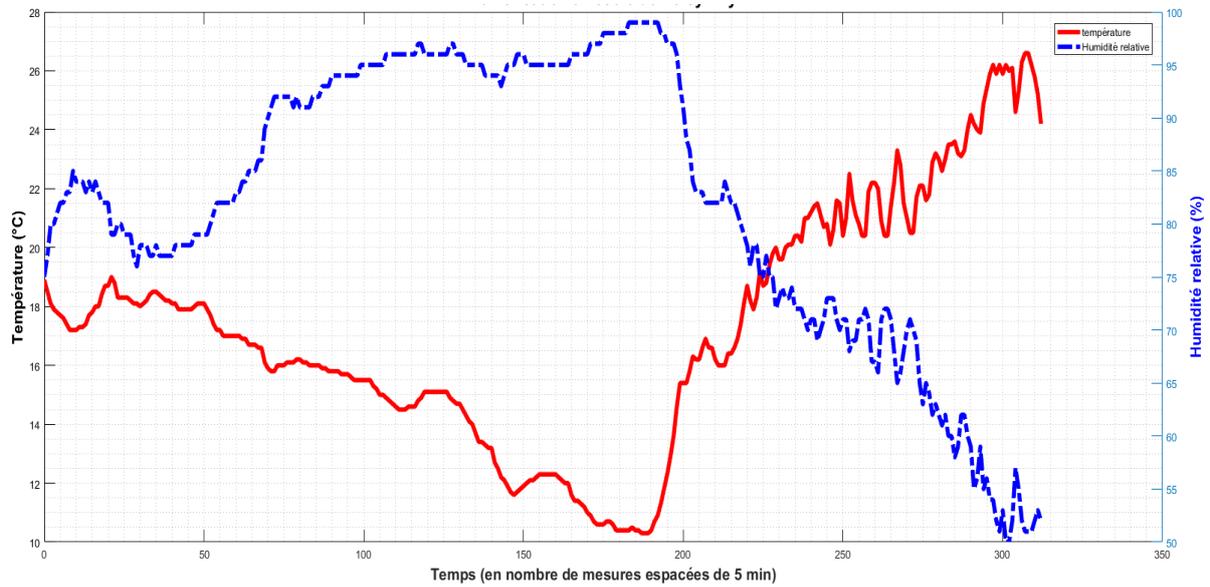
*Carte montrant les alentours de l'école de Baisy-thy sur un rayon de 1 km (cercle Jaune)
(le nord se situe vers le haut de la carte) (essai n°6)*

Essai de référence

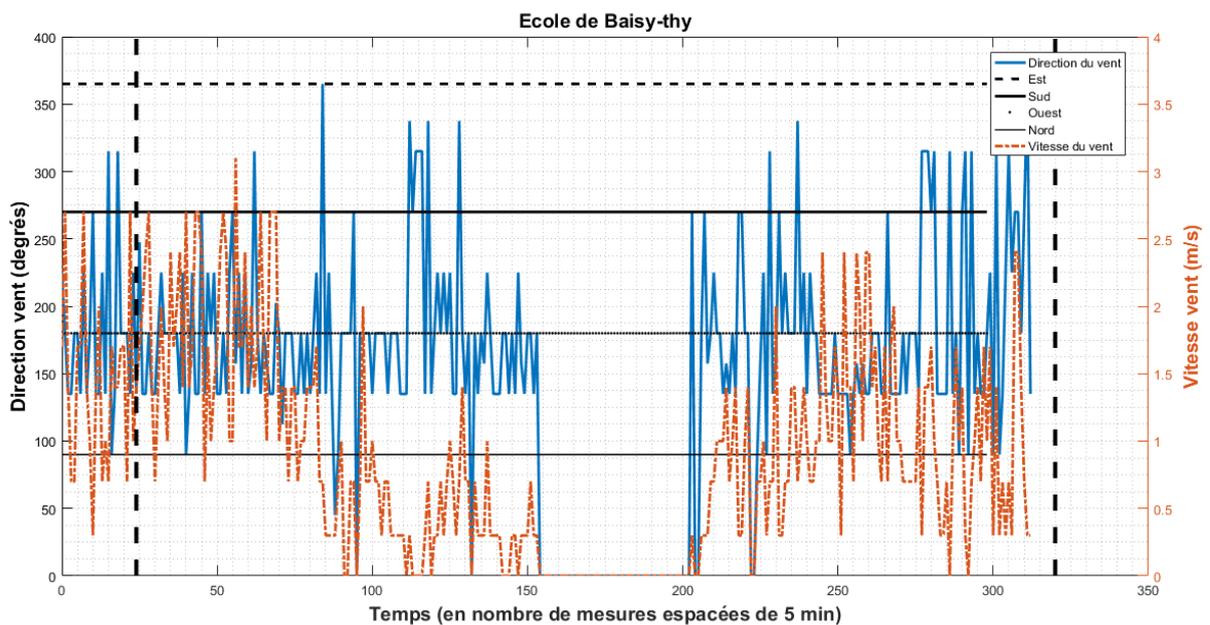
L'essai réalisé à Baisy-thy est un essai dit de « référence », car aucune pulvérisation n'a été effectuée sur le champ de froment situé à côté de l'école qui respecte le cahier des charges de l'agriculture biologique. Néanmoins, des champs conduits selon l'agriculture conventionnelle se trouvent dans les alentours de l'école.

	Température moyenne (°C)		Humidité relative (%) moyenne	
	0h-2h	2h-24h	0h-2h	2h-24h
Baisy-thy : Ecole Communale	18±1°C	16±4°C	82±2%	85±11%

► **Evolution de la température et de l'humidité relative lors de l'essai dérive à l'école communale de Baisy-Thy (essai n°6)**



► **Evolution de la vitesse du vent et de la direction du vent lors de l'essai dérive à l'école communale de Baisy-Thy (essai n°6)**



► **Résultats des mesures de dérive à l'école communale Baisy-thy : Essai n°6**

L'essai de référence a été mené selon le même dispositif que les autres essais, avec une ligne de collecteurs placés au sol de 0 à 16 m, retirés après 2 h et après 24 h. La pompe à air a également été placée sur le site durant 24 h. Le tableau 9 reprend la liste des S.A. détectées au moins 4 fois (>30%) sur les capteurs placés au sol après 2 h et 24 h. Les valeurs sont exprimées par $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (un capteur = $0,25 \text{ m}^2$).

Tableau 9 : Résultats des mesures de l'essai de référence 'in situ' à Baisy-Thy : substances actives détectées, classées par ordre de fréquence (avec les dépôts moyens) (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$).

L'occurrence correspond au nombre de capteurs qui ont détectés la substance ou nombre de détections (de minimum 4 à maximum 12).

Substances	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Ecart-type ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	minimum ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Occurrence
Tebuconazole	0,23	0,15	0,06	0,44	12
Metholachlor	0,24	0,07	0,12	0,39	12
Pentachloroanisol	0,91	1,96	0,15	7,12	12
Lindane	1,82	2,98	0,14	10,68	12
Clomazone	0,10	0,04	0,08	0,21	11
Dimethenamide	0,13	0,07	0,06	0,26	11
Dimethomorphe	0,13	0,05	0,06	0,22	10
Piperonyl-butoxyde	0,85	1,04	0,18	3,56	9
Pendimethaline	1,07	2,27	0,06	7,12	9
Chlorprophame	2,17	3,75	0,40	12,10	9
Butachlor	2,83	1,91	0,12	5,60	9
Propyzamide	0,27	0,54	0,06	1,60	8
Propiconazole	0,28	0,16	0,06	0,48	8
Azoxystrobine	0,42	0,29	0,05	0,76	8
Fenobucarbe	0,78	0,57	0,05	1,32	8
Pyrimethanil	0,08	0,02	0,05	0,10	7
Triallate	0,79	1,54	0,10	4,27	7
Diuron	0,82	0,35	0,28	1,12	7
Propamocarb	0,08	0,02	0,05	0,10	6
Flufenacet	0,08	0,04	0,04	0,16	6
Buprofezin	0,12	0,03	0,08	0,14	6
Difénoconazole	0,12	0,04	0,06	0,16	6
Prothioconazole	0,16	0,08	0,04	0,28	6
Hexaconazole	0,29	0,12	0,12	0,40	6
Paclobutrazol	0,35	0,14	0,13	0,44	6
Carbendazim	0,37	0,26	0,06	0,64	6
Cyperméthrine	0,43	0,19	0,15	0,71	6
Isoprothiolane	0,49	0,22	0,12	0,68	6

DDT	0,58	0,71	0,07	1,99	6
Metalaxyl	0,06	0,00	0,05	0,06	5
Mandipropamid	0,08	0,02	0,04	0,11	5
Phenmedipham	0,08	0,05	0,05	0,17	5
Triadimenol	0,11	0,03	0,06	0,15	5
Thiabendazole	0,15	0,02	0,12	0,16	5
Cymoxanil	0,15	0,03	0,10	0,16	5
Triadimefon	0,26	0,02	0,24	0,30	5
HCH (Alfa)	0,56	0,53	0,12	1,42	5
Anthraquinone	1,77	2,19	0,64	5,68	5
Terbutylazine	2,19	3,95	0,15	9,26	5
DEET	3,26	1,04	1,88	4,40	5
Bifenthrine	3,28	3,68	0,72	9,60	5
Acetampiride	0,05	0,00	0,04	0,05	4
Myclobutanil	0,06	0,01	0,04	0,07	4
Tricyclazole	0,13	0,03	0,08	0,14	4
Imidaclopride	0,14	0,02	0,11	0,17	4
Ametryne	0,18	0,04	0,12	0,20	4
Fipronil	0,47	0,26	0,18	0,80	4
Propanil	1,77	0,54	1,04	2,24	4

Un certain nombre de S.A. ont été récupérées sur la cartouche absorbante (après extraction avec 700 ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone et méthanol 50 : 40 : 10 et concentration ; pour 98,4 m³/24 h) :

Substances actives	Quantités mesurées (µg)	Quantités mesurées (ng/m ³)
benfluraline	0,28	2,85
biphenyl	0,19	1,93
chlorprophame	0,038	0,39
diphenylamine	0,10	1,02
hexachlorobenzene (HCB)	0,014	0,14
pendimethaline	0,19	1,93
tri-allate	0,062	0,63
clomazone	0,018	0,18
propyzamide	0,013	0,13
prosulfocarbe	0,026	0,26

► Commentaires

Sur les 12 capteurs installés au sol (de 0 à 16 m), **54 substances actives ont été détectées** et mesurées (> LOQ). Dans le tableau 9 on observe que 48 substances sont détectées au moins 4 fois. Les dépôts sont généralement faibles sauf pour le chlorprophame, la terbuthylazineet **le lindane observé dans 100% des capteurs placés au sol** ! A noter que le DDT et le HCH sont détectés dans quasi 50% des échantillons analysés. Quelques S.A. détectées (4 sur 54) peuvent avoir une origine non-agricole et étaient présentes dans l'air (ex : fipronil, DEET, pentachloroanisol,...).

La présence dans l'air de ces nombreuses S.A. est à mettre en relation avec les S.A. retrouvées sur les jeux extérieurs et dans les classes à Baisy-Thy malgré la présence d'un champ « bio » qui jouxte directement la cour de récréation.

2.9. Mesures réalisées à l'école libre de Cortil-Wodon

<p>Cortil-Wodon : Ecole Saint-Martin Rue Saint-Martin 30, à 5380 Cortil-Wodon(Fernelmont)</p>	<p>Site identique à celui suivi en 2017 Le site d'essai retenu est une partie de la cour de récréation (terrain majoritairement en pelouse, cour des petits). La pelouse se trouve en bordure d'une route et au-delà se trouve un champ (voir photos du site). La cour de récréation est entourée sur deux côtés de champs. Sur un côté ont été installés en 2017 des rideaux de Miscanthus.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Photos du site de l'école de Cortil-Wodon (rangées de Miscanthus, en 2017)



Photos du site de Cortil-Wodon, avec restes de Miscanthus au printemps 2018



*Photos du site de Cortil-Wodon : panneaux placés au fond de la cour en 2018.
A l'avant-plan on observe les jeux d'enfants.*

<p>Cortil-Wodon : Ecole Saint-Martin</p>	<p>Non communiqué, malgré plusieurs appels.</p>	<p>Champ de pois (traitements effectués par un entrepreneur). Essai non réalisé : l'entrepreneur n'a pas voulu communiquer sa date de traitement.</p> <p>Panneaux placés à la limite de la propriété de l'école, face au champ : ils ont été arrachés.</p> <p>D'autres panneaux ont été placés sur l'autre côté (derrière le Miscanthus). Des panneaux ont aussi été placés dans le fond de la cour des petits.</p>
-----------------------------------------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Partie 3-Mesure des dépôts de pesticides dans les écoles

Les objectifs de cette partie de l'étude étaient :

- ▶ De vérifier la présence de traces de pesticides **à l'extérieur et à l'intérieur des classes**
- ▶ D'identifier les substances actives présentes (pour savoir s'il s'agit de pesticides à usage agricole ou de biocides) et de mesurer les quantités déposées sur les surfaces (qui entrent en contact avec les élèves ou présentes dans les lieux de vie)
- ▶ De **comparer les données** d'analyse du **début de saison** (avril) et de **fin de saison** (juin)
- ▶ De comparer les données des diverses écoles (afin de savoir si certains sites sont significativement plus contaminés – nombre de S.A., teneurs – que d'autres et tenter de comprendre pourquoi)
- ▶ De comparer la contamination d'écoles proches des champs traités par des pesticides agricoles avec les résultats d'une école proche d'un champ cultivé en bio (Baisy-Thy).

3.1. Méthodologie

Afin de mesurer **la contamination à l'extérieur et à l'intérieur des écoles**, des surfaces (sols, jeux) ont été frottés à l'aide d'un collecteur en coton appelé « Swiffer ». Sauf à Ormeignies, cette opération a été réalisée à deux périodes (en avril et en fin juin). Les Swiffers (marque commerciale. Boîte de 36 SWIFFERS, Procter & Gamble International Operations) ont été étudiés et sont commercialisés pour éliminer les poussières sur les surfaces. Ils sont donc bien adaptés pour collecter les dépôts superficiels. 20 Swiffers ont été pesés individuellement sur un trébuchet. La masse moyenne est de $3,48 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g}$ (soit une variation de 0,57% entre les Swiffers) pour une surface standard de $26,5 \times 22,0 \text{ cm} = 583 \text{ cm}^2/\text{Swiffer}$.

Procédure : les Swiffers vierges sont manipulés avec des gants et placés dans des sacs en plastiques étanches numérotés en vue du prélèvement. Au moment de la collecte, ils sont sortis du sac et frottés sur la surface de collecte :

- A l'extérieur : jeux d'enfants (portiques en bois, tables, bancs,...)
- A l'intérieur : sols et tablettes de fenêtres (parfois après un nettoyage de la salle de classe)

Le Swiffer est passé sur une longueur moyenne d'environ 3 m (soit approximativement $26,5 \text{ cm} \times 300 \text{ cm} = 7950 \text{ cm}^2$ ou $0,795 \text{ m}^2$). C'est cette surface qui sera utilisée pour les calculs de dépôt en $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Ces Swiffers (« Swabs » sur les bulletins d'analyse) ont été analysés par le laboratoire PRIMORIS (méthode identique à celle des collecteurs utilisés pour la dérivation). Pour rappel, l'analyse réalisée chez PRIMORIS ne porte que sur des substances actives qui peuvent être considérées comme des pesticides à usage agricole (produit phytopharmaceutiques), encore approuvés ou non. Chaque Swiffer a été analysé en entier, sans découpage. Les quantités de S.A. détectées par l'analyse sont données en $\mu\text{g} / \text{Swiffer}$ (on pourra aussi l'exprimer par m^2). Plusieurs blancs ont été analysés : une seule substance a été détectée, la diphénylamine² (fungicide de formule brute $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}$) (moyenne : approximativement $1 \mu\text{g} / \text{Swiffer}$). Cette substance, non approuvée en Europe comme PPP et qui n'a pas d'usage agricole connu en Belgique, retrouvée systématiquement dans les bulletins d'analyse n'a pas été prise en compte dans les tableaux.

² La diphénylamine a des propriétés fongicides et a aussi été utilisée pour l'entreposage des pommes et des poires. Il n'a pas été possible d'obtenir de la firme une information sur la raison de la présence de la diphénylamine dans les Swiffers. Cette même substance est aussi présente dans le Miracloth®.

3.2. Mesure de la contamination à l'intérieur des classes

► Contamination à l'intérieur des écoles en début de saison (avril)

Tableau 10 : Résultats de la contamination des sols à l'intérieur des écoles en début de saison de pulvérisation (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$). Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)
2-phenylphenol (ortho-)		0,176	0,086		0,097	0,084	0,093
Ametoctradin		0,102					
Azoxystrobine	0,042	0,038	0,058		0,088	0,038	0,039
Buprofezin		0,025					
Carbendazim and benomyl						0,023	0,059
Chloridazon			0,019		0,043	0,028	0,021
Chlorpropham		0,020					
Chlorpyrifos (-ethyl)		0,091	0,024				
Cyfluthrin						0,040	
DEET		0,151	0,049				
Dichlofluanide		0,014					
Diflufenican			0,034	0,024		0,019	
Dimethomorph		0,016					
Diuron							0,164
Epoxiconazole						0,015	
Fipronil		0,031	0,036		0,086	0,048	0,093
Flutolanil	0,019	0,023	0,028	0,018	0,025	0,102	0,054
Imidacloprid	0,049	0,092	0,126		0,083	0,045	0,151
Metamitron	0,055			0,064			
Pencycuron						0,014	
Pendimethalin		0,018					
Permethrin	0,302	0,377	1,208	0,083	0,428	0,201	0,478
Piperonyl-butoxyde	0,062	1,761	0,440	0,087	0,981	0,226	0,106
Prochloraz		0,075					
Propiconazole	0,025	0,055	0,108		0,038	0,030	0,073
Terbutryn						0,020	
Thiacloprid						0,020	
Sommes cumulées des dépôts (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$)	0,553	3,065	2,215	0,275	1,868	0,953	1,331

Pour l'ensemble des sites, **un total de 27 S.A. ont été détectées**, dont 5 (surlignées en vert) peuvent très probablement avoir une origine d'usage non agricole. Certaines S.A. ne se retrouvent que ponctuellement dans les bâtiments.

► **Résultats de la contamination à l'intérieur des écoles en fin de saison (juin)**

Tableau 11 : Résultats de la contamination des sols à l'intérieur des écoles en fin de saison de pulvérisation (en µg/m²). Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

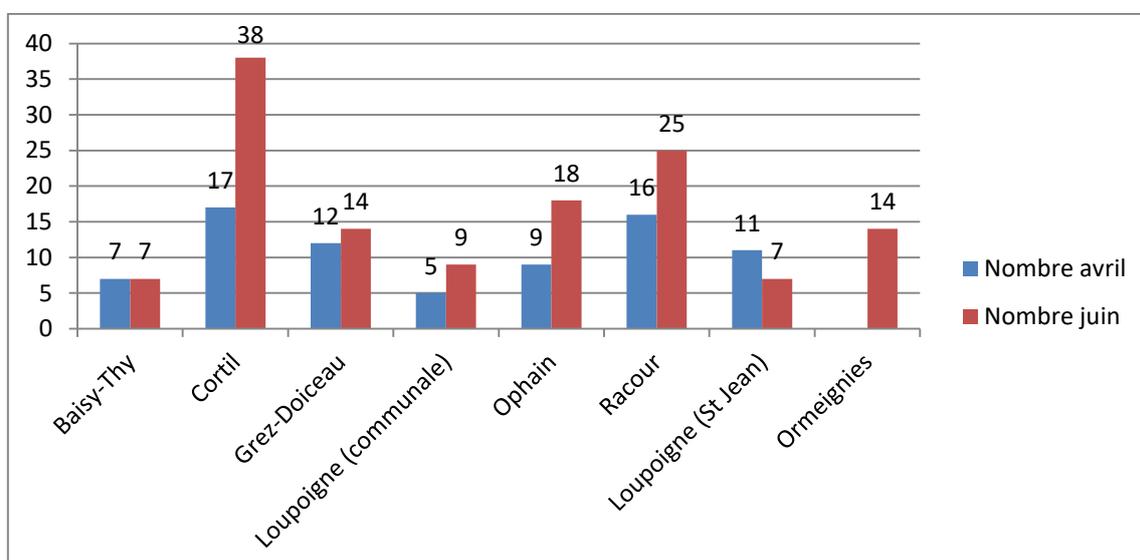
Substances détectées (µg/m ²)	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grezoiceau	Loupoigne	Ophain	Racour	Loupoigne (St-Jean)	Ormeignies
2-phenylphenol (ortho-)		0,226						0,056
Antraquinone		0,868	0,093	0,176	0,053	0,042	0,059	
Azoxystrobine			0,014		0,020	0,016		
Bixafen		0,075			0,038			0,014
Boscalid		0,033						
Captane						0,830		
Chlorothalonil		0,403	0,088					
Chlorpyrifos(-ethyl)		0,767						
Cymoxanil		0,048	0,026			0,012		
DEET		2,767						
Dichlofluanide		0,048				0,019		0,057
Difenoconazole		0,023				0,033		
Diiflufenican		0,138	0,151	0,023	0,038	0,019	0,023	0,176
Dimethenamid		0,025						
Diuron		0,013						
Epoxiconazole		0,025			0,015	0,016		
Ethofumesate		0,045						
Fipronil					0,036		0,045	
Fludioxonil						0,018		
Flufenacet		0,019			0,018			0,016
Flutolanil		0,048	0,024		0,021			0,016
Fluxapyroxad			0,018			0,011		
Imidacloprid	0,018	0,057	0,189	0,043	0,642	0,116	0,088	
Iprodione		0,014						
Mandipropamid	0,026	0,040	0,096	0,015	0,033	0,138		
Metamitron		0,018						
Metazachlor		0,516						
Methiocarb						0,018		
Metholachlor		0,049						
Metobromuron		0,024						
Oxadiazon		0,086				0,021		
Pencycuron								
Pendimethalin		0,118			0,069	0,020		
Pentachloroanisol	0,087	0,176	0,126	0,067	0,164	0,088	0,062	

Permethrine	0,201			0,280		0,352		0,403
Phenmediphan	0,020	0,108	0,023		0,020	0,059		0,020
Phosmet						0,020		
Piperonyl-butoxyde	0,176	1,182	0,717	0,340	0,277	0,264	0,226	1,258
Primicarbe		0,028						
Propamocarbe								0,014
Propiconazole	0,020	0,667	0,164	0,016	0,028	0,057	0,087	0,052
Propizamide		0,042						
Propozur		0,044						
Prosulfocarbe		0,122			0,021	0,013		0,025
Prothioconazole		0,034			0,026	0,014		
Pyraclotrobine			0,043					
Simazine		0,064						
Spirotetramat						0,033		
Tebuconazole		0,036			0,021	0,030		0,016
Terbutryn								
Tetramethrine		0,023						0,024
Tolyfluanid				0,516				
Sommes cumulées des dépôts (en µg/m ²)	0,548	9,018	1,770	1,475	1,540	2,258	0,590	2,147

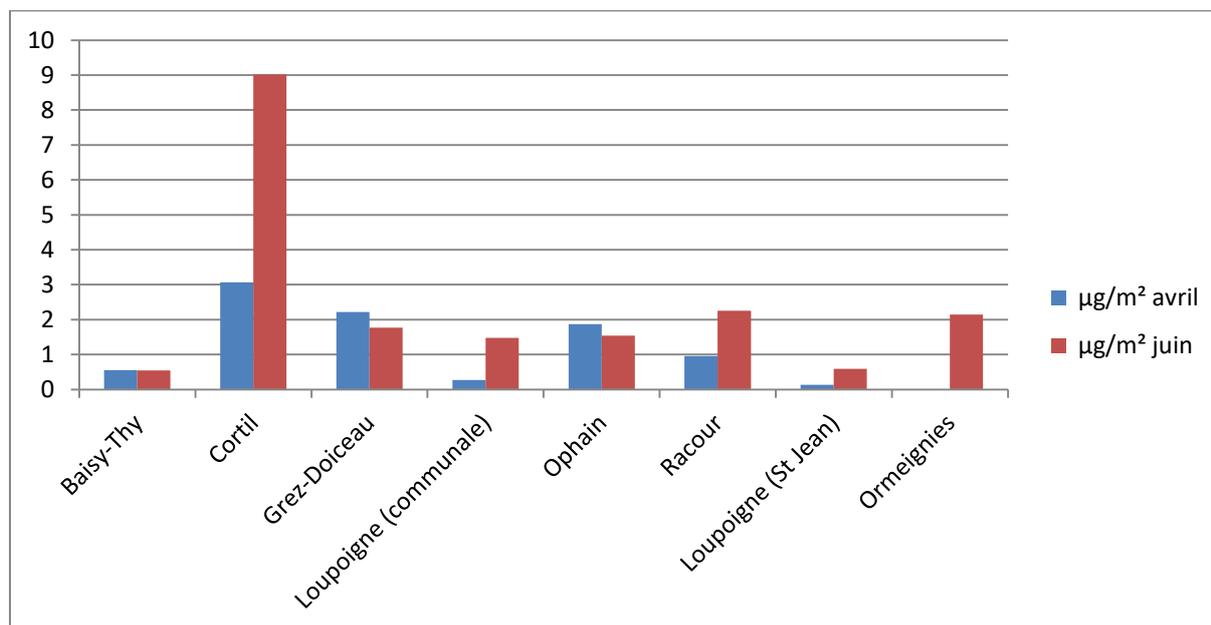
Pour l'ensemble des sites en fin de saison, **un total de 52 S.A. ont été détectées**, dont au moins 6 (surlignées en vert) peuvent avoir une origine d'usage non agricole (dont le DEET, le fipronil, etc.). Certaines S.A. ne se retrouvent que ponctuellement dans certains sites. On note donc que l'on passe de 22 S.A. agricoles en début de saison à 46 S.A. au mois de juin. **Le nombre de S.A. présentes dans les salles de classe** (et mesurables car d'autres S.A. pourraient également être présentes mais à des concentrations qui sont sous la LOQ) **double donc en deux mois, durant l'époque des pulvérisations**, et **l'immense majorité des S.A. sont des S.A. à usage agricole** (même si certaines ne sont aujourd'hui plus autorisées à l'usage en Belgique).

► *Comparaison des sites (écoles) et évolution de la contamination dans les classes*

Le graphique suivant présente l'évolution du nombre de l'ensemble des substances actives détectées en début et en fin de saison de pulvérisation dans les classes pour chacune des écoles (pas de mesure en avril à Ormeignies).



Le graphique ci-dessous présente l'évolution des dépôts cumulés mesurés ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ de sol) en début et en fin de saison de pulvérisation dans les classes pour chacune des écoles (pas de mesure en avril à Ormeignies).



Le tableau 12 reprend les quantités cumulées que l'on peut retrouver dans les classes en début et en fin de saison (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ de sol de la classe), et compare les dépôts cumulés pour toutes les S.A. et les dépôts attribuables aux seules S.A. d'origine agricole.

Tableau 12 : Contamination à l'intérieur des écoles pour chaque site en début et fin de saison (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$). Ormeignies : pas de mesure en avril.

Contamination à l'intérieur des écoles	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grez-Doiceau	Loupoigne	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)	Ormeignies
Quantités cumulées mesurées en avril ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) toutes S.A.	0,553	3,065	2,215	0,275	1,868	0,953	1,331	-
Quantités cumulées mesurées en juin ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) toutes S.A.	0,548	9,018	1,770	1,475	1,540	2,258	0,590	2,147
Quantités cumulées mesurées en avril ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) hors S.A. non agricoles	0,190	0,569	0,396	0,106	0,277	0,394	0,561	-
Quantités cumulées mesurées en juin ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) hors S.A. non agricoles	0,084 (x 0,4)	4,665 (x 8,2)	0,927 (x 2,3)	0,789 (x 7,4)	1,063 (x 3,8)	1,554 (x 3,9)	0,257 (x 0,5)	0,430

Même si on note la part importante dans le dépôt des S.A. non agricoles (ex : biocides de nettoyage des classes), il est intéressant de constater qu'en retirant ces S.A. la progression des dépôts est spectaculaire, à l'exception de Baisy-Thy (la référence « bio ») et de l'école Saint-Jean de Loupoigne. Par exemple à Cortil-Wodon, pour l'ensemble des S.A. le dépôt est multiplié par 3. Mais, en ne considérant que les S.A. agricoles, le dépôt intérieur est multiplié par 8,2 sur le début de la saison !

Il est intéressant de noter que pour l'école de Baisy-Thy, considérée comme le site « de référence » car jouxtant un champ cultivé en bio, ni le nombre de S.A. détectées ni la quantité cumulée n'augmentent significativement (0,553 µg/m² contre 0,548 µg/m² en fin de saison). Si l'on ne considère que les S.A. à usage agricole, à Baisy-Thy le dépôt diminue même en cours de saison.

► **Identification des S.A. les plus souvent retrouvées dans les classes**

Le tableau 13 présente les **substances les plus souvent retrouvées** (présentes dans au moins 50% des sites) à l'intérieur des bâtiments des écoles en début et en fin de saison de pulvérisation.

Tableau 13 : Substances actives les plus souvent détectées (> 50% des sites) à l'intérieur des classes en début et en fin de saison. Quantités minimum et Maximum (en µg/m²).

Substances les plus souvent détectées en avril (> 50% des sites) et dépôt minimum et Maximum			
Début de saison (avril)	% occurrence (7 sites)	min (µg/m²)	Max (µg/m²)
Piperonyl-butoxyde	100% (7 sites)	0,062	1,761
Perméthrine	100% (7 sites)	0,083	1,208
Flutolanil	100% (7 sites)	0,018	0,102
Imidaclopride	86% (6 sites)	0,045	0,151
Propiconazole	86% (6 sites)	0,025	0,108
Azoxystrobine	86% (6 sites)	0,038	0,088
2-phenylphenol (ortho-)	71% (5 sites)	0,084	0,176
Fipronil	71% (5 sites)	0,031	0,093
Chloridazon	57% (4 sites)	0,019	0,043
Substances les plus souvent détectées en juin (> 50% des sites) et dépôt minimum et Maximum			
Fin de saison (juin)	% occurrence (8 sites)	min (µg/m²)	Max (µg/m²)
Piperonyl-butoxyde	100% (8 sites)	0,176	1,258
Propiconazole	100% (8 sites)	0,016	0,667
Diflufenican	87,5% (7 sites)	0,019	0,176
Imidaclopride	87,5% (7 sites)	0,018	0,642
Pentachloroanisole	87,5% (7 sites)	0,062	0,176
Antraquinone	75 % (6 sites)	0,042	0,868
Mandipropamide	75 % (6 sites)	0,015	0,138
Phenmediphame	75% (6 sites)	0,020	0,108
Perméthrine	50% (4 sites)	0,201	0,403
Prosulfocarbe	50% (4 sites)	0,013	0,122
Flutolanil	50% (4 sites)	0,016	0,048
Tebuconazole	50% (4 sites)	0,016	0,036

Parmi les traces mesurées le plus souvent, **5 substances peuvent avoir un autre usage qu'agricole** : la perméthrine (insecticide multi-usage, souvent employé dans les bombes insecticides), le pipéronyl-butoxyde (un synergiste, également présent dans les aérosols, associé souvent à la perméthrine dans les bombes anti-moustiques), le fipronil (usage vétérinaire), le pentachloroanisole (biocide :

traitement du bois) et le 2-phénylphénol (ortho) (bien que ce dernier soit un fongicide, c'est avant tout un désinfectant multi-surfaces utilisé dans les maisons, les hôpitaux, les maisons de retraite, les fermes, les blanchisseries, les salons de coiffure et dans l'industrie alimentaire). La présence récurrente de ces substances dans les classes démontre l'importance non négligeable (en nombre et valeurs des dépôts) des produits « biocides » ou d'hygiène (il ne faut en outre pas oublier que dans l'analyse n'ont été détectées que les substances qui avaient été reconnues comme « substances phytopharmaceutiques » ou « pesticides » à un moment donné ; il est fort possible que d'autres biocides soient présents en plus de ces 5 substances).

Les autres S.A. fréquemment détectées sont des produits phytopharmaceutiques qui ont été ou sont encore utilisés sur les cultures. On observe que ce ne sont pas nécessairement les mêmes S.A. qui sont les plus fréquentes en début ou en fin de saison. Mais à nouveau, on observe l'augmentation du nombre de S.A. à usage agricole dans les résultats d'analyse ; ce nombre double (de 5 à 10 S.A.) entre avril et juin. En conclusion, la contamination dans les classes est bien principalement attribuable aux PPP mais le risque lié à l'usage des biocides et autres dans les locaux devrait être mieux évalué (ex : recherche d'autres composés utilisés, persistance de ces composés).

3.3. Mesure de la contamination à l'extérieur, sur les jeux

► Contamination à l'extérieur des écoles, sur les jeux, en début de saison (avril)

Les jeux d'enfants (portiques, balançoires, etc.) placés dans des cours de récréation, exposés du fait de leur proximité avec les cultures, reçoivent toute l'année des quantités de divers pesticides entraînés par le vent.



Exemple de jeux extérieurs exposés sur lesquels ont été faits des prélèvements (ici à Ormeignies).

Tableau 14 : Résultats de la contamination des jeux à l'extérieur des écoles en début de saison de pulvérisation (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$). Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)
2-(1 naphthyl) acetamide					0,033		
2-phenylphenol (ortho-)					0,074		
Aclonifen	0,020			0,039		0,029	
Ametoctradin		0,048					
Antraquinone						0,039	
Atrazine						0,019	
Azoxystrobine			0,028		0,045	0,028	
Bixafen				0,011			
Bromacil						0,069	
Buprofezin		0,015					
Captane					1,887	11,698	
Chloridazon			0,065			0,025	
Chlorothalonil	0,070			0,22		0,050	
Chlorpyrifos (-ethyl)		0,020	0,028				
Cyprodinil					0,042		
Diflufenican				0,022		0,082	
Dimethenamid		0,020					
Dimethomorph		0,014					
Diuron						0,226	
Dodine						0,078	
Ethofumesate					0,055		
Fluopyram						0,018	
Flutolanil	0,036	0,088	0,164		0,081	1,384	0,068
Isoxaben						0,019	
Lenacil	0,015			0,024	0,036	0,016	0,014
Metamitron			0,038	0,050		0,465	
Methiocarbe			0,019		0,023	0,035	
Methoxyfeozide						0,019	
Pencycuron	0,015	0,015	0,044	0,019	0,087	0,616	0,014
Pendimethaline	0,023				0,067	0,058	
Perméthrine	0,082	0,047			0,064		0,045
Phenmedipham	0,015			0,027	0,042	0,079	0,013
Piperonyl-butoxyde		0,059	0,017		0,044		
Propiconazole		0,019	0,020		0,164		7,296
Propyzamide	0,029	0,019	0,018				
Tebuconazole				0,098		0,047	0,440
Tebufenozide						0,024	

Thiacloprid						0,201	
Tolyfluanid				0,48			
Sommes cumulées des dépôts (en µg/m ²)	0,306	0,364	0,440	0,990	2,742	15,324	7,889

Pour l'ensemble des sites, **un total de 39 S.A. ont été détectées** en début de saison, dont 3 (surlignées en vert) peuvent très probablement avoir une origine d'usage non agricole. Certaines S.A. ne se retrouvent que ponctuellement dans les bâtiments.

Si l'on ne tient pas compte des S.A. à usage non-agricole, on compte en début de saison 36 S.A. sur les jeux (+163%) contre 22 S.A. dans les classes.

► **Contamination à l'extérieur des écoles, sur les jeux, en fin de saison (juin)**

Tableau 15 : Résultats de la contamination des jeux à l'extérieur des écoles en fin de saison de pulvérisation (en µg/m²). Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées (µg/m ²)	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)	Ormeignies
Ametoctradine	0,015			0,036		0,013	0,020	
Antraquinone		0,214	0,114	0,060	0,044		0,042	
Azoxystrobine	0,026		0,013	0,026	0,018	0,015		
Biphenyl				0,138			0,138	
Bixafen				0,045	0,059	0,015		
Boscalid					0,030			
Captane				0,252				
Chlorothalonil	0,045	0,114	0,126		0,082			
Chlorantanilprole						0,039		
Cyantranilprole						0,014		
Cymoxanil	0,057		0,081	0,072	0,019	0,062	0,030	
DEET				0,052				
Dichlofluanide			0,117					
Difenoconazole			0,014	0,014		0,048		
Diflufenican	0,019		0,075	0,024	0,015	0,020		0,055
Dimoxystrobin				0,018	0,023		0,015	
Dimethomorph				0,025				
Epoxiconazole	0,014			0,015	0,020	0,054		
Fluazinam				0,038			0,028	
Fludioxonil								
Flufenacet	0,013	0,013		0,034	0,014		0,019	0,023
Fluopicolide					0,016			
Flutolanil	0,033		0,015	0,013	0,019	0,021	0,038	
Fluxapyroxad			0,028			0,019		
Imidacloprid			0,043		0,028	0,151		
Iprodione								

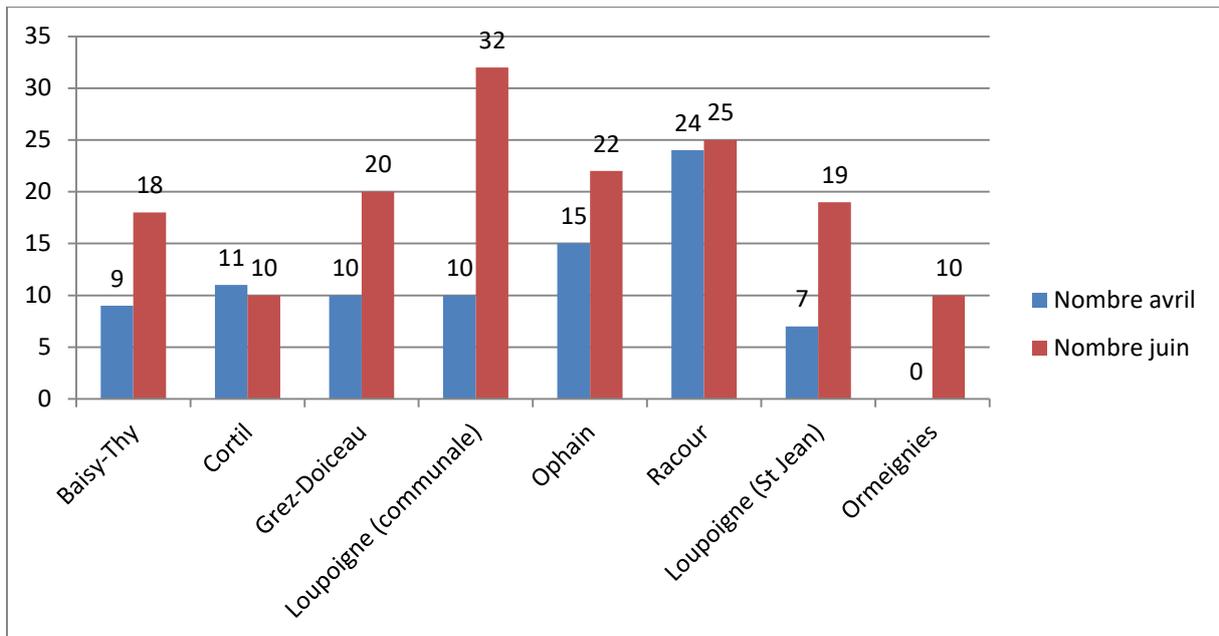
Lindane				0,019				
Mandipropamid	0,057	0,021	0,151	0,121	0,068	0,252	0,052	0,020
Metconazole			0,025					
Methiocarbe						0,014		
Metholachlor	0,029		0,026	0,074			0,052	
Metobromuron						0,015	0,015	
Pencycuron						0,015		
Pendimethaline		0,063		0,015				
Pentachloroanisol	0,125	0,151	0,074	0,089	0,164	0,094	0,138	0,081
Permethrine							0,465	
Phenmediphan	0,045	0,019	0,014	0,084	0,065	0,068	0,050	0,043
Piperonyl-butoxyde		0,189		0,015		0,045		0,055
Propamocarbe	0,014			0,023	0,015	0,015		0,013
Propiconazole		0,025	0,377	0,019	0,881	0,014	11,572	
Propizamide	0,028							
Propozur							0,034	
Prosulfocarbe	0,018	0,035		0,025	0,020	0,026		0,023
Prothioconazole	0,015			0,029	0,021	0,033	0,019	0,018
Pyraclotrobine			0,059					
Spinosad			0,023					
Spirotetramat						0,045		
Terbuthylazine				0,060				
Tebuconazole	0,016		0,289	0,252	0,042	0,030	0,034	0,014
Tolyfluand				8,176				
Vanifenalate	0,024		0,013	0,062	0,016		0,026	
Zoxamide				0,015				
Sommes cumulées des dépôts (en µg/m ²)	0,591	0,844	1,677	9,940	1,678	1,137	12,787	0,343

Pour l'ensemble des sites, **un total de 52 S.A. ont été détectées** en fin de saison, dont 4 (surlignées en vert) peuvent très probablement avoir une origine d'usage non agricole. Certaines S.A. ne se retrouvent que ponctuellement sur les jeux extérieurs. Si l'on ne tient pas compte des S.A. à usage non-agricole, on compte 48 S.A. sur les jeux (+33%) contre 36 S.A. sur les jeux et 22 S.A. dans les classes en début de saison (+220%).

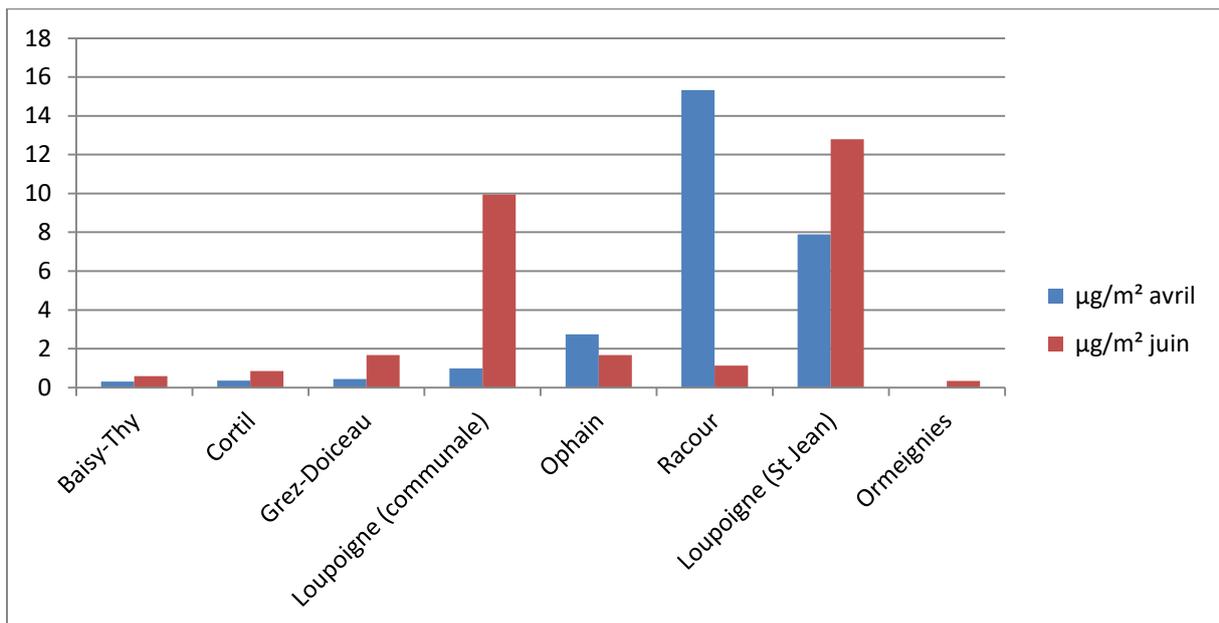
Le nombre de S.A. présentes sur les jeux extérieurs, dans la cour (et mesurables car d'autres S.A. pourraient également être présentes mais à des concentrations qui sont sous la LOQ) **augmente d'environ un tiers en deux mois, durant l'époque des pulvérisations, et la majorité des S.A. sont à usage agricole** (même si certaines ne sont aujourd'hui plus autorisées à l'usage en Belgique comme l'antraquinone ou le lindane).

► **Comparaison des sites (écoles) et évolution de la contamination sur les jeux**

Le graphique suivant présente l'évolution du nombre de l'ensemble des substances actives détectées en début et en fin de saison de pulvérisation sur les jeux extérieurs pour chacune des 8 écoles (pas de mesure en avril à Ormeignies).



Le graphique suivant présente l'évolution des dépôts cumulés mesurés ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ de sol) en début et en fin de saison de pulvérisation sur les jeux extérieurs pour chacune des 8 écoles (pas de mesure en avril à Ormeignies).



Le tableau 16 reprend les quantités cumulées que l'on peut retrouver sur les jeux en début et en fin de saison (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ de surface de jeux), et compare les dépôts cumulés pour toutes les S.A. et les dépôts attribuables aux seules S.A. d'origine agricole.

Tableau 16 : Contamination à l'extérieur des écoles pour chaque site en début et fin de saison (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$). Ormeignies : pas de mesure en avril.

Contamination intérieure des écoles	Baisy-Thy	Cortil-Wodon	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)	Ormeignies
Quantités cumulées mesurées en avril ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) toutes S.A.	0,306	0,364	0,440	0,990	2,742	15,324	7,889	0,306
Quantités cumulées mesurées en juin ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) toutes S.A.	0,591	0,844	1,677	9,940	1,678	1,137	12,787	0,343
Quantités cumulées mesurées en avril ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) hors S.A. non agricoles	0,224	0,258	0,423	0,990	2,560	15,324	7,844	0,224
Quantités cumulées mesurées en juin ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) hors S.A. non agricoles	0,467 (x 2,1)	0,504 (x 2,0)	1,603 (x 3,8)	9,784 (x 9,9)	1,514 (x 0,6)	0,997 (x 0,1)	12,184 (x 1,6)	0,208 (x 0,9)

La **part dans le dépôt des S.A. non agricoles** est logiquement beaucoup moins importante que pour les sols de classe. Il est intéressant de constater le plus souvent une progression des dépôts (5/8), même à Baisy-Thy (la référence « bio ») où le dépôt double. Cependant, la progression n'est pas systématique partout.

► **Identification des S.A. les plus souvent retrouvées sur les jeux extérieurs**

Le tableau 17 présente les **substances les plus souvent retrouvées** (présentes dans au moins 50% des sites) à l'extérieur des écoles, sur les jeux, en début et en fin de saison de pulvérisation.

Tableau 17: Substances actives les plus souvent détectées (> 50% des sites) à l'extérieur, sur les jeux dans la cour en début et en fin de saison. Quantités minimum et Maximum (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$).

Substances les plus souvent détectées en avril (> 50% des sites) et dépôt minimum et Maximum			
Début de saison (avril)	% occurrence (7 sites)	min ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
Pencycuron	100% (7 sites)	0,014	0,616
Flutolanil	86% (6 sites)	0,036	1,384
Phenmediphame	71% (5 sites)	0,013	0,079
Lenacil	71% (5 sites)	0,014	0,036
Propiconazole	57% (4 sites)	0,019	7,296
Perméthrine	57% (4 sites)	0,045	0,082
Substances les plus souvent détectées en juin (> 50% des sites) et dépôt minimum et Maximum			
Fin de saison (juin)	% occurrence (8 sites)	min ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
Mandipropamide	100% (8 sites)	0,020	0,252

Pentachloroanisol	100% (8 sites)	0,074	0,164
Phenmediphame	100% (8 sites)	0,014	0,084
Tebuconazole	87,5% (7 sites)	0,014	0,289
Propiconazole	7 % (6 sites)	0,014	11,572
Cymoxanil	75% (6 sites)	0,019	0,081
Diflufenican	75% (6 sites)	0,015	0,075
Prosulfocarbe	75% (6 sites)	0,018	0,035
Flutolanil	75% (6 sites)	0,013	0,038
Prothioconazole	75% (6 sites)	0,015	0,033
Flufenacet	75% (6 sites)	0,013	0,034
Anthraquinone	62,5% (5 sites)	0,042	0,214
Vanifenalate	62,5% (5 sites)	0,013	0,062
Azoxystrobine	62,5% (5 sites)	0,013	0,026
Propamocarbe	62,5% (5 sites)	0,013	0,023
Metholachlor (S)	50% (4 sites)	0,026	0,052
Chlorothalonil	50% (4 sites)	0,045	0,126
Piperonyl-butoxyde	50% (4 sites)	0,015	0,189
Epoxiconazole	50% (4 sites)	0,014	0,054
Ametoctradine	50% (4 sites)	0,013	0,036

3.4. Mesure de la contamination à l'aide de capteurs passifs verticaux sur le site des écoles

Pour détecter la présence dans l'air des substances actives, des panneaux collecteurs en carton (3 à 4 selon la disposition des sites) sur lesquels un carré de tissu Miracloth® (45 x 56 cm = 2520 cm² ou 0,25 m² pour une masse moyenne de 17 g) est agrafé ont été placés dans les écoles **en bordure extérieure** de la cour de récréation, et d'autres **en retrait, dans le fond de la cour de récréation** (au moins à 35-40 m de la bordure du champ). Les panneaux ont été placés en début de saison des pulvérisations (fin mars-avril). Les collecteurs placés sur les panneaux accrochés en bordure et au fond de la cour ont été enlevés au même moment fin juin, après 10 semaines, et analysés à Gand au laboratoire PRIMORIS en même temps que les Swiffers qui ont servi à collecter les poussières/dépôts à l'intérieur et à l'extérieur sur les jeux. Les valeurs dans les bulletins d'analyse sont données en µg³.

Les analyses ont permis de détecter **un total de 111 S.A. différentes pour les 7 sites étudiés**. Le tableau 18 reprend le nombre de substances actives (S.A.) détectées pour chaque site (école), avec le dépôt total (somme de toutes les SA retrouvées). En ramenant les valeurs des dépôts à la surface des collecteurs analysés (obtenue par mesure de la masse indiquée lors de l'analyse), on peut calculer le dépôt cumulé en µg/m².

³ Attention : dans certains bulletins (ex : Baisy-Thy Bord ou Ophain Fond) les unités indiquées sont en mg/kg, mais PRIMORIS a confirmé qu'il s'agit d'un oubli de changement des unités. Toutes les analyses sont données en µg.



Exemple de panneaux avec les capteurs passifs installés dans le fond d'une cour (Grez-Doiceau)

Tableau 18 : Nombre de substances actives (S.A.) détectées en juin pour chaque site (école), avec la quantité cumulée ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) pour l'ensemble des S.A. détectées

Sites de mesure	Localisation dans la cour	Nombre de S.A. détectées	Quantités cumulées mesurées en juin ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) toutes S.A.
Ecole de Grez-Doiceau	Bordure	51	48,0
	Fond	49	55,0
Ecole d'Ophain	Bordure	26	104,8
	Fond	39	110,5
Ecole de Racour	Bordure	53	95,2
	Fond	81	125,3
Ecole du petit chemin (Loupoigne St Jean)	Bordure	42	55,4
	Fond	43	44,4
Ecole communale de Loupoigne	Bordure	50	58,6
	Fond	Panneaux arrachés	
Ecole de Cortil-Wodon	Bordure	46	193,7
	Fond	56	248,5
Ecole de Baisy-Thy	Bordure	50	77,9
	Fond	Panneaux arrachés	

On retrouve en moyenne **49 S.A. différentes** dans les analyses de collecteurs, bordures et fonds confondus. Ce qui est un nombre bien plus élevé qu'en 2017 à Cortil-Wodon (plus du double). Vu le nombre de S.A., il est cohérent d'observer **un dépôt cumulé important** (de 44,4 à 248,5 µg/m²). L'explication de ce chiffre élevé varie selon les sites. Ainsi, à l'examen des dépôts dans la cour d'Ophain, on observe la présence de dépôts importants de divers herbicides (chlorprophame, éthofumesate, pendiméthaline, terbuthylazine). A Racour, on observe des dépôts importants de chlorothalonil ou cymoxanil et de divers herbicides (éthofumesate, métholachlor(S), métobromuron, pendiméthaline, terbuthylazine). A Baisy-Thy, ce sont également les dépôts d'herbicides qui expliquent le niveau élevé du dépôt cumulé (chlorprophame, terbuthylazine et tri-allate). A noter, la présence quasi-systématique de dépôts de pentachloroanisol (produit de traitement du bois), ce qui est cohérent avec les analyses de juin dans les classes où cette substance a été souvent détectée également.

Les **S.A. qui contribuent le plus** à la contamination sont par ordre décroissant (S.A. à usage agricole) : Pendiméthaline, Chlorothalonil, Ethofumesate, Terbuthylazine, Metholachlor, Cymoxanil, Acetochlor, Metobromuron, Chlorprophame, Prothioconazole, Propyzamide, Flufenacet, Captane, Epoxiconazole, Phenmediphame, Quintozène, Metalaxyl, Anthraquinone, Clomazone, Aclonifen, ...

Parmi les 111 S.A. mesurées, un grand nombre ne se retrouvent que 1 à 3 fois. Mais **29 S.A. sont présentes dans plus de 80% des capteurs**. Comme il est impossible de toutes les citer, nous retiendrons les S.A. qui se présentent **le plus souvent dans les capteurs** (≥ 10 fois sur les 12 capteurs ou 80% des cas) : Aclonifen, Chlorothalonil, Chlorprophame, Clomazone, Cymoxanil, Difénoconazole, Dimethenamid, Epoxiconazole, Ethofumesate, Flufenacet, Fluopyram, Flutolanil, Lenacil, Lindane, Linuron, Mandipropamid, Metholachlor, Metobromuron, Pendiméthaline, Pentachloroanisol, Phenmedipham, Propiconazole, Propyzamide, Prosulfocarbe, Prothioconazole, Tebuconazole, Terbuthylazine, Tri-allate et Trifloxystrobine.

Ce qui est surprenant pour certaines S.A. qui ne sont plus approuvées (parfois de longue date comme le Lindane, mais aussi le **Metholachlor**, le **Linuron**). En ce qui concerne les anciennes S.A., **on mesure quasi-systématiquement la présence de DDT** (8/12 capteurs) et le **lindane** (11/12 capteurs) dans les analyses.

3.4. Cohérence entre les résultats obtenus dans les écoles

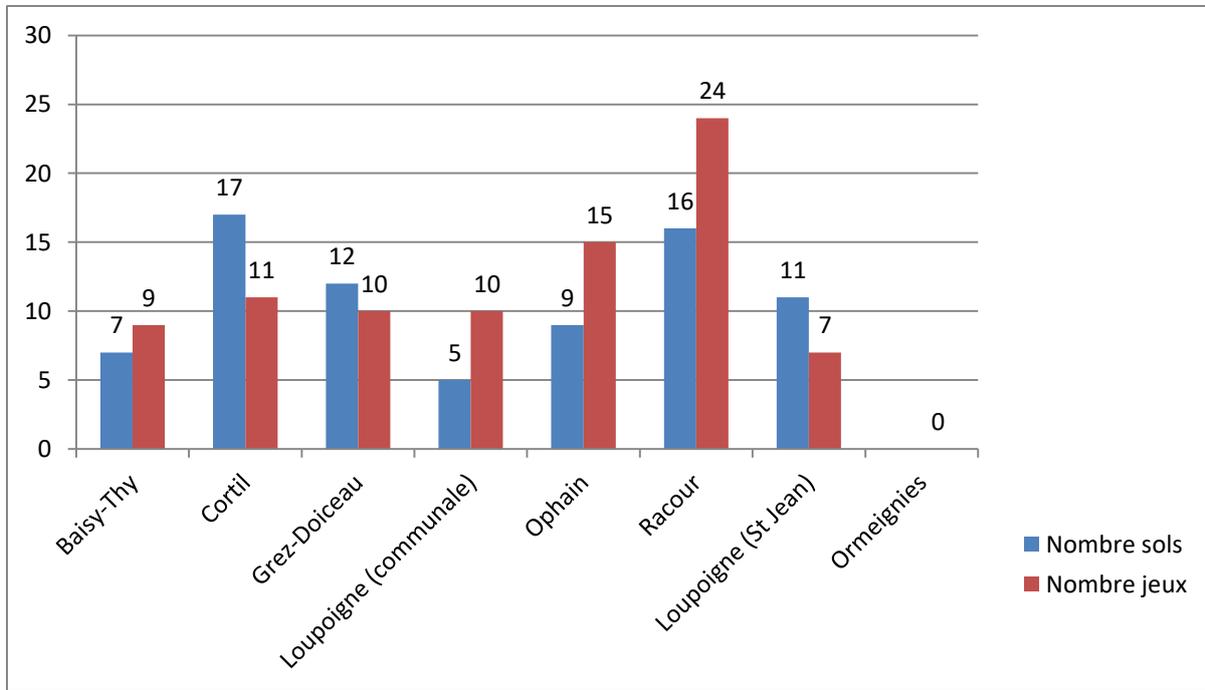
On peut comparer les résultats de la contamination dans les classes et sur les jeux : les deux graphiques suivant comparent le nombre de S.A. détectées au sol et sur les jeux extérieurs, au mois d'avril et au mois de juin.

L'examen des deux graphiques qui suivent montre :

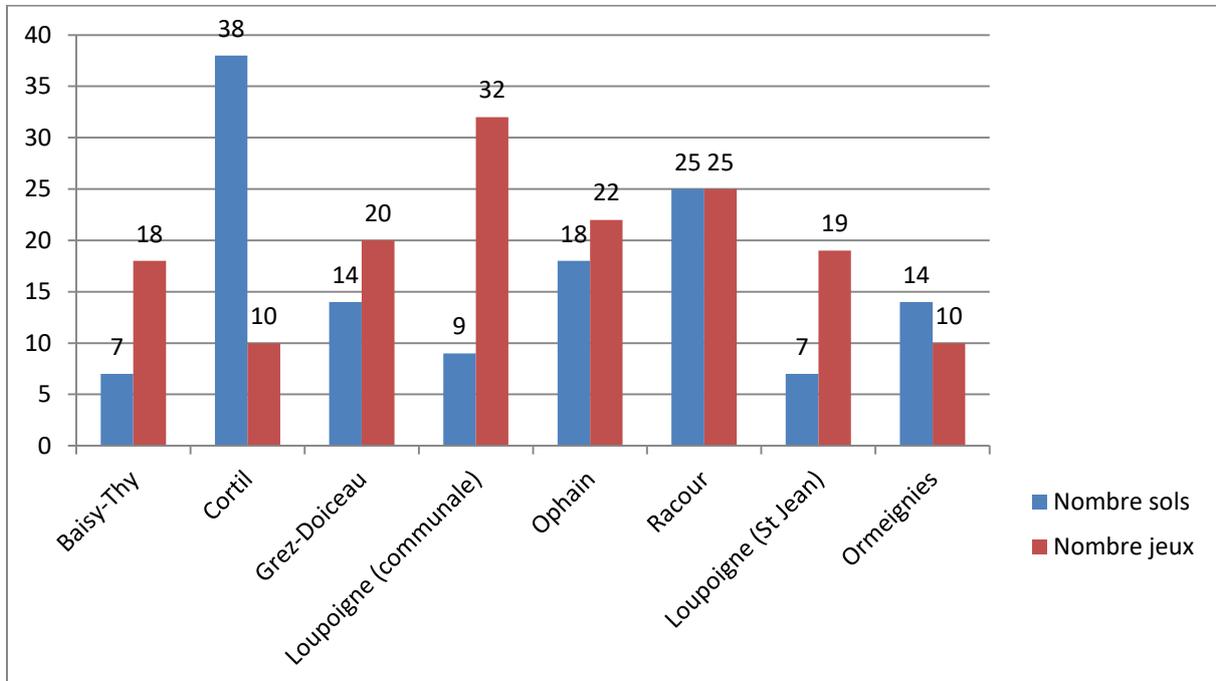
- Qu'il n'y a **pas à priori de lien systématique** entre le nombre de S.A. retrouvées au sol ou sur les jeux extérieurs, mais toutefois, généralement, les S.A. **sont en plus grand nombre en extérieur qu'à l'intérieur** des classes, ce qui paraît logique (à l'exception notable de Cortil-Wodon).
- Que le nombre de S.A. retrouvées au sol, à une exception près (Ecole du Petit Chemin, Loupaigne St Jean), ou sur les jeux **progresses au cours de la saison**.
- Que le site dit « de référence » (Baisy-Thy) ne se distingue pas nettement des autres sites.
- Que le nombre de S.A. retrouvées en 2018 est du même ordre de grandeur (voire plus important encore à Cortil-Wodon) que les résultats de 2017 obtenus pour la seule école de Cortil (24 S.A. différentes). On remarque aussi que les **S.A. identifiées en 2018 sont sensiblement les mêmes que celles des analyses de 2017** (chlorprophame, clomazone,

epoxyconazole, éthofumesate, flufenacet, métholachlor(S), métobromuron, pendiméthaline, phenmédiphame, propyzamide, prothioconazole, linuron, terbuthylazine, triallate, etc.) avec un certain nombre de S.A. qui ne sont plus approuvées en 2018.

Nombre de S.A. au sol et en extérieur en avril



Nombre de S.A. au sol et en extérieur en juin



Partie 4-Mesure des dépôts de pesticides chez les riverains

Des collecteurs ont été placés, entre début à mi-avril (selon les sites) et fin juin, soit durant 10 semaines chez des riverains intéressés et volontaires, dans les localisations suivantes (pour garder l'anonymat des personnes l'adresse exacte n'est pas renseignée) :

Riverain 1

Beauvechain
Rue des Anges
1320 Beauvechain

Particuliers, riverains

Riverain habitant en bordure de champs. Deux champs à gauche et en face. La maison est entourée de champs sur deux côtés.
Parcelle en face cultivée en froment en 2018



Panneaux placés sur la clôture et en fond de la propriété

Riverain 2
Hamme-Mille
Rue Jules Coisman
1320 Hamme-Mille

Particulier, riverain
Riverain habitant en bordure de champs. Le champ fait face au jardin.
Parcelle en face cultivée en pommes de terre en 2018



Panneaux placés sur la clôture et en fond de la propriété

Riverain 3

Rue J. Wauters
4257 Berloz

Particuliers, riverains

Riverains habitant en bordure d'un verger (pommiers). Le jardin fait face au verger. Une haie discontinue par endroits est présente.



Panneaux placés sur la clôture et en fond de la propriété

<p>Riverain 4 Chaussée Brunehaut 4453 Villers-Saint-Siméon (Juprelle)</p>	<p>Particulier, riveraine Riverain habitant en bordure de champs. Le jardin fait face au champ. Parcelle en face cultivée en froment en 2018</p>  <p>Panneaux placés sur la clôture et en fond de la propriété</p>
<p>Riverain 5 Rue d'Harscamp 5380 Noville-les-Bois</p>	<p>Particulier, riveraine habitant le centre du village Pas de champ à proximité. Habitante du centre du village de Noville-les-Bois Panneaux placés sur la clôture, en bord de la rue d'Harscamp</p>
<p>Riverain 6 Maison Communale Rue Goffin 5380 Noville-les-Bois</p>	<p>Administration communale, centre du village Maison communale Pas de champ à proximité. Panneaux placés sur la grille, en bord de le rue Goffin</p>

Pour détecter la présence dans l'air des substances actives, des panneaux collecteurs en carton (3 à 4 selon la disposition des sites) sur lesquels un carré de tissu Miracloth® (45 x 56 cm = 2520 cm² ou 0,25 m² pour une masse moyenne de 17 g) est agrafé ont été placés **en bordure extérieure** de la propriété, et d'autres **en retrait, dans le fond de la propriété** (au moins à 20 m de la bordure du champ). Les panneaux ont été placés en début de saison des pulvérisations (avril). Les collecteurs placés sur les panneaux accrochés en bordure et au fond de la propriété ont été enlevés au même moment fin juin, après 10 semaines, et analysés à Gand au laboratoire PRIMORIS. Les valeurs données sur les bulletins d'analyse sont en µg⁴.

Les analyses ont permis de détecter **un total de 109 S.A. différentes pour les 6 sites étudiés**, soit un nombre quasi-équivalent à celui retrouvé pour les 7 écoles qui ont été suivies. Le tableau 19 reprend le nombre de substances actives (S.A.) détectées pour chaque site (riverains), avec le dépôt total (somme de toutes les SA retrouvées). En ramenant les valeurs des dépôts à la surface des collecteurs analysés (obtenue par mesure de la masse indiquée lors de l'analyse), on peut calculer le dépôt cumulé en µg/m².

Tableau 19 : Nombre de substances actives (S.A.) détectées en juin pour chaque site (riverains), avec la quantité cumulée (µg/m²) pour l'ensemble des S.A. détectées sur le site.

Sites de mesure	Localisation des panneaux	Nombre de S.A. détectées	Quantités cumulées mesurées en juin (µg/m ²) toutes S.A.
Riverain 1 (Beauvechain)	Bordure	72	94,7
	Fond	65	139,3
Riverain 2 (Mille)	Bordure	58	321,9
	Fond	63	100,9
Riverain 3 (Berloz)	Bordure	72	637,1
	Fond	65	257,0
Riverain 4 (Juprelle)	Bordure	43	101,8
	Fond	53	27,5
Riverain 5 (Fernelmont, Noville les Bois)	Centre du village	42	40,2
Riverain 6 (Fernelmont, Noville les Bois – Maison communale)	Centre du village	46	68,8

De ces résultats on peut déduire que **la contamination chez les riverains est plus élevée que celle mesurée dans les écoles** qui sont situées en bordure de champ :

- plus de S.A. retrouvées sur les panneaux des riverains. En moyenne, **58 S.A. différentes** (de 42 à 72) **ont été mesurées sur les panneaux installés chez les riverains contre 49 pour les panneaux des écoles** (de 26 à 81).
- des dépôts plus importants si on compare les quantités cumulées, avec deux observations intéressantes : (1) parmi les « riverains » observés, les quantités cumulées sont nettement plus

⁴ Même remarque que précédemment en ce qui concerne les unités sur les bulletins d'analyse PRIMORIS.

faibles au centre de Noville-les-Bois ; (2) c'est à Berloz, **en bordure du verger** que les dépôts cumulés sont les plus importants (surtout pour les capteurs placés en bordure du verger). Ce résultat est logique par rapport aux pratiques et aux PPP utilisés (ce qui conforte la méthode employée pour la mesure des traces).

L'explication des valeurs relativement élevées des dépôts varie selon les sites. Ainsi, à l'examen des dépôts à Mille, on observe la présence de dépôts importants de divers herbicides : pendiméthaline, metobromuron, metolachlor. A Juprelle et à Beauvechain, de chlorothalonil, de pendiméthaline et d'éthofumésate. A Berloz (verger de pommiers), c'est surtout le captane, le boscalid, le cymoxanil, le difénoconazole, le fluxapyroxad et la dodine que l'on retrouve. A Noville-les-Bois, la terbutylazine domine. A Beauvechain, la terbutylazine, le prothioconazole, le métobromuron ou encore l'éthofumésate. On retrouve donc beaucoup des S.A. déjà citées pour les panneaux des écoles.

Chez les riverains, **17 S.A. sont plus fréquemment présentes** (80% des analyses) qui sont: Chlorothalonil, Clomazone, DDT, Dimethenamid, Epoxiconazole, Ethofumesate, Flufenacet, Fluopyram, Lindane, Metolachlor, Metobromuron, Pendimethaline, Pentachloroanisol, Phenmediphame, Prothioconazole, Tri-allate et Trifloxystrobine.

En ce qui concerne les anciennes S.A., il est intéressant de noter la **présence systématique** (100% des bulletins d'analyse) **de DDT** (avec un dépôt moyenne de $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$ - de $0,1$ à $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^2$) **et de lindane** (avec un dépôt moyen de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^2$ - de $0,1$ à $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^2$). Cette fréquence est cohérente avec les analyses des panneaux des écoles, mais encore plus encore plus élevée. Comme pour les écoles, on note la présence de systématique (100% des bulletins d'analyse) de pentachloroanisol (produit de traitement du bois).

Partie 5. Discussion des résultats

5.1. Discussion sur les mesures de dérive réalisées in situ

- **Dépôts des S.A. appliquées mesurés dans les essais « dérive in situ »**

Six essais de dérive (dont un « blanco ») ont été réalisés dans la cour des écoles. Le tableau 20 reprend l'ensemble des résultats obtenus, pour les diverses SA appliquées et les différents sites, avec divers paramètres qui ont été relevés.

On remarque que la plupart des paramètres diffèrent d'un essai à l'autre, ce qui rend l'interprétation difficile (vu le faible nombre d'essais qu'il était possible de réaliser). La dérive de pulvérisation peut être influencée par : les propriétés physico-chimiques des substances actives, les conditions climatiques (la vitesse et direction du vent, la température et l'humidité relative de l'air) ou encore la technique de pulvérisation (volume, type de buse, pression, vitesse d'avancement, hauteur de travail). Tous ces paramètres ne sont pas nécessairement disponibles pour chaque essai.

On essayera néanmoins d'en tirer quelques enseignements :

- ▶ **Le % de dérive mesuré dans les cours de récréation est généralement faible (< 1%),** ou même non mesurable (concentrations < LOQ de la méthode analytique) pour la plupart des substances actives appliquées (17 S.A./20 testées). Seules 3 substances présentent une dérive significative. Par ordre d'importance : la clomazone (47%), l'époxiconazole (14%) et le prothioconazole (7%). La clomazone a une pression de vapeur de 19,2 mPa ; l'époxiconazole 0,01 mPa et le prothioconazole < 0.001mPa. On ne peut donc pas systématiquement relier ces % de dérive à la pression de vapeur sauf pour la clomazone.
- ▶ **La température au moment de l'application pourrait jouer un rôle important sur la dérive, au moins pour certaines S.A.** On remarque que quand la température augmente entre 2 h et 24 h (cas des pulvérisations effectuées tôt le matin), la dérive est également plus importante. A l'inverse, le % de dérive diminue entre 2 h et 24 h quand la température diminue (par exemple au cours de la nuit, cas des pulvérisations effectués plus tard dans la journée. C'est le cas à Loupoigne Ecole communale où l'application a été faite à 20 h30). Dans nos essais, on observe parfois une corrélation entre la dérive et la température : une diminution de la température entraîne une diminution de la dérive et inversement pour 9 S.A. ; cependant pour 9 autres S.A., malgré une augmentation ou diminution de la température, on n'observe aucune dérive significative. Seules trois S.A. présentent un fort pourcentage de dérive : l'époxiconazole, la clomazone, le prothioconazole. L'époxiconazole présente une dérive importante avec une température élevée (26°C) lors de l'application au cours des 2 premières heures, mais beaucoup plus faible avec une température plus basse (18°C). Quand la température est plus élevée et que le taux d'humidité est inférieur à 50 % (ici 42%), on peut présumer que l'évaporation de l'eau des gouttelettes sera plus rapide, diminuant leur diamètre. Des gouttelettes plus fines (et plus concentrées en matière active) voient leur transport favorisé sur une plus grande distance. Pour la clomazone, le taux de dérive est plus important après 2 heures. La température augmente mais reste basse, et le taux d'humidité est correct (on recommande de pulvériser entre 12 et 20°C et lorsque l'humidité relative est comprise entre 60 et 95%). Ce sont donc probablement d'autres paramètres qui expliquent la dérive et son augmentation durant les 24 heures de l'essai, comme sa grande volatilité. Quant au prothioconazole, on observe plus nettement une augmentation de la dérive au cours de l'essai en lien avec l'augmentation de la température

moyenne. Au vu des résultats, on voit que la température et l'humidité pourraient expliquer en partie la dérive de certaines substances mais ce ne sont en aucun cas les seuls facteurs explicatifs, d'autres paramètres interviennent.

- ▶ **L'effet des buses anti-dérive n'est pas flagrant** : 2 des 3 % de dérive les plus importants sont observés alors que l'agriculteur a utilisé des buses à réduction de 50%. Il est vrai que le % de dérive le plus important est observé en absence de buses anti-dérive, mais dans un autre essai, malgré l'absence de telles buses, la dérive est restée très faible. Cela semble s'expliquer par le rôle du vent (direction et vitesse du vent).
- ▶ Le volume utilisé pourrait-il aussi influencer le % de dérive ? Ce n'est pas clair. Si on compare les résultats de 3 applications de la même S.A. (tébuconazole), on observe des dérives de même ordre de grandeur alors que les paramètres sont très différents : 0,05% à 125L/ha (buses 50% - 12°C) ; 0,04% à 200 L/ha (buses 0% - 31°C) ; et 1,29% à 200 L/ha (buses 75% - 18°C).

Tableau 20 : Synthèse des essais dérive (6 sites).

	Chlorothalonil	Epoxiconazole	Fenpropimorphe	Métrafénone	Clomazone	Pendiméthaline	Prothioconazole	Tebuconazole	Metconazole	L-Cyhalothrine	Benzovindiflupyr	Azoxystrobine	Prothioconazole	Tebuconazole	L-Cyhalothrine	Epoxiconazole	Filuxapyroxad	Pyraclostrobin	Tebuconazole	Z-Cyperméthrine
% Dérive 2 heures	0.09	12.26	0.11	ND	8.07	0.01	0.01	0.01	0.01	ND	ND	0.94	0.03	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND
% Dérive 24 heures	0.02	1.78	0.03	ND	38.72	0.01	8.63	0.04	ND	ND	ND	0.01	0.02	0.01	ND	0.85	0.21	0.07	1.29	ND
% D total	0.11	14.04	0.14	ND	46.79	0.02	8.64	0.05	ND	ND	ND	0.95	0.05	0.04	ND	0.85	0.21	0.07	1.29	ND
Buses antidérive	50%	50%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	75%	75%	75%	75%	75%
Volume (L/ha)	160	160	160	160	150	150	125	125	125	125	125	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Pression (bars)	4	4	4	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	2	2	4	4	4	4	4
Vitesse (km/h)	7	7	7	7	7	7	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	6.5	6.5	6.5	6.5	8	8	8	8	8
Volatilité (mPa)	0.076	0.01	3.9	0.153	19.2	1.94	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	?	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
Tp moy. 2 H (°C)	26	26	26	26	8	8	12	12	12	12	12	31	31	31	31	18	18	18	18	18
Tp moy. 24 H (°C)	16	16	16	16	11	11	22	22	22	22	22	21	21	21	21	25	25	25	25	25
H.R. (%) 2 H	42	42	42	42	89	89	96	96	96	96	96	50	50	50	50	88	88	88	88	88
H.R. (%) 24 H	67	67	67	67	84	84	78	78	78	78	78	78	78	78	78	67	67	67	67	67
Mesuré dans air	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

- **Dépôts d'autres S.A. mesurés dans les capteurs placés au sol**

Il est intéressant de noter qu'en plus des S.A. pulvérisées (retrouvées ou non sur les collecteurs placés au sol) un grand nombre d'autres S.A. (en moyenne 52) ont été détectées dans les analyses de ces collecteurs (dont plusieurs S.A. qui ne sont plus approuvées en Belgique depuis de nombreuses années), et que parfois les niveaux de contamination atteints sont importants. Le tableau suivant donne une information sur la variété de S.A. présentes dans les différents sites étudiés :

Ecoles	Nombre de S.A. retrouvées (en plus de celles appliquées au champ)
Grez-Doiceau (essai 1)	41
Ophain (essai 2)	57
Loupoigne (St-Jean, Petit Chemin) (essai 3)	39
Loupoigne (Ecole communale) (essai 4)	53
Racour (essai 5)	65
Baisy-Thy (essai 6)	56
Cortil-Wodon (essai 7)	(Non mesuré faute d'essai dérive)
Moyenne :	52

Cette moyenne de 52 S.A. différentes retrouvées sur les capteurs de dérive placés au sol (alors qu'elles n'ont pas été appliquées par l'agriculteur au cours de l'essai) est à rapprocher des mesures réalisées à l'aide des capteurs passifs placés verticalement 10 semaines, dans les écoles ou chez les riverains. En effet, on retrouve en moyenne 49 S.A. différentes (de 26 à 81) dans les analyses de collecteurs passifs des écoles (voir Tableau 18), et en moyenne 58 S.A. différentes (de 41 à 72) sur les panneaux installés chez les riverains, c'est-à-dire des valeurs très proches. Cela confirme la présence récurrente de nombreuses S.A. dans l'air ambiant et à proximité des champs cultivés (dont une très grande majorité de PPP à usage agricole).

- **Comparaison des dépôts de S.A. mesurés sur les panneaux verticaux et concentrations mesurées dans l'air pour les S.A. pulvérisées par les agriculteurs**

Sauf quelques exceptions, toutes les S.A. mesurées dans l'air (grâce à la cartouche absorbante) sont également détectées sur les panneaux verticaux. D'autre part, on observe aussi : (1) que les S.A. les plus volatiles sont mesurées dans l'air...à l'exception notable du clomazone à Ophain ; (2) les dépôts des S.A. sont dans l'ensemble plus élevées sur les panneaux du bord que du fond de la cour.

Essai 1	Greze BORD µg /m ²	Greze FOND µg /m ²	Concentration air ng/m ³	Pression vapeur (mPa)
Chlorothalonil	6,098	3,587	ND	0,0762
Epoxiconazole	2,477	1,365	1,39	0,01
Fenpropimorphe	0,191	0,156	373,74	3,9
Métrafenone	ND	ND	0,21	0,153

Pour rappel dans l'essai 1, 14 autres S.A. ont été mesurées dans l'air et sur les panneaux verticaux. Trois S.A. n'ont pas été détectées sur les panneaux : anthraquinone, fenpropidine et la spiroxamine.

Essai 2	Ophain BORD µg /m ²	Ophain FOND µg /m ²	Concentration air ng/m ³	Pression vapeur (mPa)
Clomazone	2,334	1,726	ND	19,2
Pendiméthaline	71,821	51,772	0,35	1,94

Pour rappel dans l'essai 2, 2 autres S.A. ont été mesurées dans l'air et sur les panneaux verticaux.

Essai 3	Loupoigne St Jean BORD µg /m ²	Loupoigne St Jean FOND µg /m ²	Concentration air ng/m ³	Pression vapeur (mPa)
Prothioconazole	5,055	2,698	ND	<0,001
Tebuconazole	ND	0,242	ND	0,0013-0,0031
Metconazole	0,045	ND	ND	<0,001
Lambda- Cyhalothrine	ND	ND	ND	<0,001
Benzovindiflupyr	ND	ND	ND	Inconnue

Pour rappel dans l'essai 3, 3 autres S.A. ont été mesurées dans l'air et sur les panneaux verticaux.

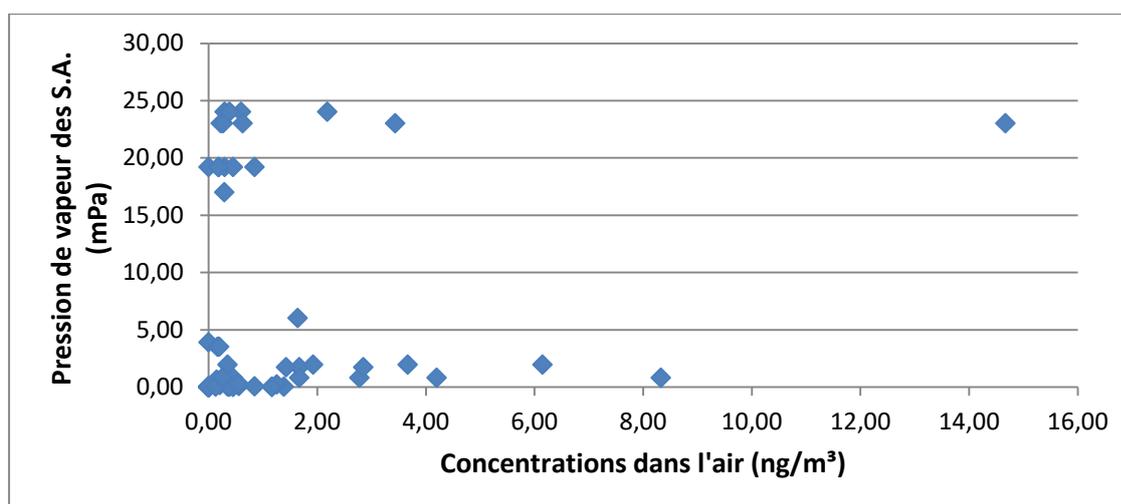
Essai 4	Loupoigne E.C. BORD µg /m ²	Loupoigne E.C. FOND µg /m ²	Concentration air ng/m ³	Pression vapeur (mPa)
Azoxystrobine	0,0430	Panneaux arrachés	ND	<0,001
Prothioconazole	2,5420	Panneaux arrachés	ND	<0,001
Tebuconazole	0,4888	Panneaux arrachés	ND	0,0013-0,0031
Lambda- Cyhalothrine	ND	Panneaux arrachés	ND	<0,001

Pour rappel dans l'essai 4, 19 autres S.A. ont été mesurées dans l'air et sur les panneaux verticaux. Quatre S.A. n'ont pas été détectées sur les panneaux : biphényl, dichlobényl, dimétachlor et le HCB.

Essai 5	Racour BORD µg /m ²	Racour FOND µg /m ²	Concentration air ng/m ³	Pression vapeur (mPa)
Epoxiconazole	ND	7,666	ND	0,01
Fluxapyroxade	0,2333	0,161	ND	<0,001
Pyraclostrobin	ND	ND	ND	<0,001
Tebuconazole	0,194	0,958	ND	0,0013-0,0031
Zeta-cyperméthrine	0,101	0,199	ND	<0,001

Pour rappel dans l'essai 5, 13 autres S.A. ont été mesurées dans l'air et sur les panneaux verticaux. Cinq S.A. n'ont pas été détectées sur les panneaux : biphényl, dichlobényl, diphenylamine, hexachlorobenzène (HCB) et isoprocarbe .

Si on met en relation, **pour l'ensemble des S.A. pulvérisées par les agriculteurs**, la pression de vapeur et la concentration dans l'air, on n'observe aucune corrélation comme le graphique suivant le démontre (NB : la valeur de la clomazone a été enlevée pour pouvoir visualiser les faibles concentrations).



- **Comparaison des concentrations de S.A. mesurées dans l'air dans les essais « dérive in situ » et des concentrations mesurées dans l'air dans l'étude EXPOPESTEN pour les mêmes S.A.**

Il était intéressant de comparer les concentrations des S.A. retrouvées dans les analyses des cartouches absorbantes avec celles mesurées dans diverses localités durant l'étude EXPOPESTEN pour voir si elles sont du même ordre de grandeur. Le **tableau 21** reprend l'ensemble des données de concentrations dans l'air pour tous les essais.

Tableau 21 : Concentrations mesurées dans l'air (ng/m³) durant les essais « dérive in situ » et les concentrations minimum et maximum observées dans l'étude EXPOPESTEN.

	Données de l'étude EXPOPESTEN			Données des essais in situ	
	Fréquence de présence (%)	Concentration minimum (ng/m ³)	Concentration Maximum (ng/m ³)	Concentration minimum (ng/m ³)	Concentration Maximum (ng/m ³)
Epoxiconazole*	1,3	0,04	0,06	< LOQ	1,39
Benfluraline	42,7	0,07±0,04	1,23±0,81	1,43	2,85
Chlorothalonil*	47,1	0,38±0,34	1,99±2,56	ND	ND
Cyhalothrin*	0,4	0,05	0,05	ND	ND
Cyperméthrine*	0,4	0,08	0,08	ND	ND
Diméthénamid	8,4	0,04	0,17±0,14	0,17	0,2
Ethofumesate	10,6	0,14±0,04	0,36±0,19	0,32	0,49
Fenpropidine	20,8	0,14±0,01	0,93±0,64	< LOQ	0,29
Fenpropimorphe*	14,1	0,05	0,44±0,74	< LOQ	373,74
Pendiméthaline*	41,9	0,11	0,7±0,84	0,35	6,15
Propiconazole	12,8	0,04	0,63±1,01	< LOQ	0,85
Propyzamide	7	0,1±0	0,41±0,33	0,13	0,38
Prosulfocarbe	19,9	0,11	0,94±1,09	0,26	8,33
Spiroxamine	21,2	0,04±0,01	0,13±0,03	< LOQ	1,64
Tebuconazole*	7,1	0,04	0,11±0,1	ND	ND
Triallate	46,7	0,25±0,16	0,66±0,63	0,23	14,67

Les S.A. * = celles qui ont été pulvérisées par l'agriculteur au cours d'un essai

On observe que pour la majorité des concentrations, les valeurs sont comparables. Néanmoins pour 6 S.A., les concentrations sont (parfois légèrement) plus élevées dans l'air des écoles que celles données par l'étude EXPOPESTEN : époxiconazole, fenpropimorphe, pendiméthaline, prosulfocarbe, spiroxamine et triallate. Il faut toutefois se rappeler que dans cette étude les concentrations sont mesurées au moment de l'application, durant 24 heures, tandis que les valeurs EXPOPESTEN sont des concentrations moyennées sur 15 jours (les volumes d'air absorbés par la pompe sont donc bien plus élevés).

Par ailleurs, on note aussi que les S.A. suivantes étaient mesurées dans l'air dans EXPOPESTEN mais n'ont jamais été détectées dans nos mesures de l'air : Captane, Cymoxanil, Cyprodinil, Pyrimethanil, Boscalid, Difenoconazole, Kresoxim-methyl, Tetraconazole, Iprodione, S-metholachlor, Terbuthylazine, Linuron, Oxadiazon, MCPA, Metazachlor et Chlorpyrifos.

Par contre, nous avons mesurés diverses concentrations de S.A. dans l'air des écoles, parfois dans plusieurs des essais, qui n'ont pas été observées dans l'étude EXPOPESTEN (tableau 22).

Tableau 22 : Concentrations de diverses S.A. présentes dans l'air des écoles (ng/m³)

Substances actives	Mesurées dans essai(s)	Concentration dans l'air (ng/m ³)
Aclonifen	essai 4	0,36
Anthraquinone**	essai 1	0,32
	essai 4	0,66
Biphenyl**	essai 4	6,56
	essai 5	7,00
	essai 6	1,93
Chlorprophame	essai 1	0,30
	essai 4	2,19
	essai 5	0,60
	essai 6	0,39
Clomazone	essai 1	0,30
	essai 3	0,19
	essai 4	0,85
	essai 5	0,45
	essai 6	0,18
Cyproconazole	essai 1	1,17
Dichlobenil**	essai 4	0,17
	essai 5	2,17
Dimethachlor	essai 4	0,15
Diphenylamine**	essai 4	0,97
	essai 6	1,02
	essai 5	1,13
Flufenacet	essai 1	0,56
Flutolanil	essai 1	0,45
Heptachlor**	essai 4	0,17

Hexachlorobenzene (HCB)**	essai 5	0,25
	essai 4	0,20
	essai 6	0,14
Isoprocarbe **	essai 5	0,37
Lindane**	essai 4	0,10
Metobromuron	essai 4	0,57
	essai 5	0,55
	essai 1	1,26
Métrafenone*	essai 1	0,21
Prothioconazole	essai 1	1,17

* : S.A. pulvérisée par l'agriculteur dans un essai ; ** : S.A. non approuvée

5.2. Discussion sur les mesures obtenues à l'aide de capteurs passifs placés dans les écoles ou chez les riverains

Des capteurs passifs ont été installés durant 10 semaines dans les écoles et chez des riverains. Les analyses ont mis en évidence un nombre élevé de S.A., confirmant les résultats de 2017 à Fernelmont. Les résultats sont globalement comparables entre les sites, mais en réalité ce ne sont pas les mêmes S.A. qui contribuent le plus à la contamination. Si les résultats des riverains paraissent plus élevés (comme le montre le tableau suivant), il faut se rappeler que des panneaux ont été installés à Berloz chez des riverains qui habitent à proximité des vergers (le captane et le fluxapyroxad sont notamment autorisés sur pommiers).

	Sites des écoles	Sites riverains
Nombre de localisations analysées	12	10
Nombre total de S.A. identifiées	111	109
Nombre moyen de S.A. par localisation	49	58
Dépôt cumulé moyen par localisation ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	101,4	178,8
Nombre de S.A. présentes dans 100% des analyses	16	17
Nombre de S.A. qui ont un dépôt $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^2$	11	15

► Dans les écoles, **16 S.A. sont mesurées dans 100% des sites**. Ce sont (par ordre alphabétique) : Chlorprophame, Clomazone, Difénoconazole, Dimethenamid, Flufenacet, Flutolanil, Metholachlor, Metobromuron, Pendimethaline, Pentachloroanisole, Phenmediphame, Propyzamide, Prosulfocarb, Prothioconazole, Terbutylazine et Tri-allate.

Les dépôts cumulés moyens de 11 S.A. dépassent la valeur de $1 \mu\text{g}/\text{m}^2$. Le tableau suivant reprend les S.A. qui contribuent le plus aux quantités cumulées retrouvées sur les panneaux (avec la quantité cumulée moyenne retrouvée/panneau, en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ - moyenne de 12 valeurs):

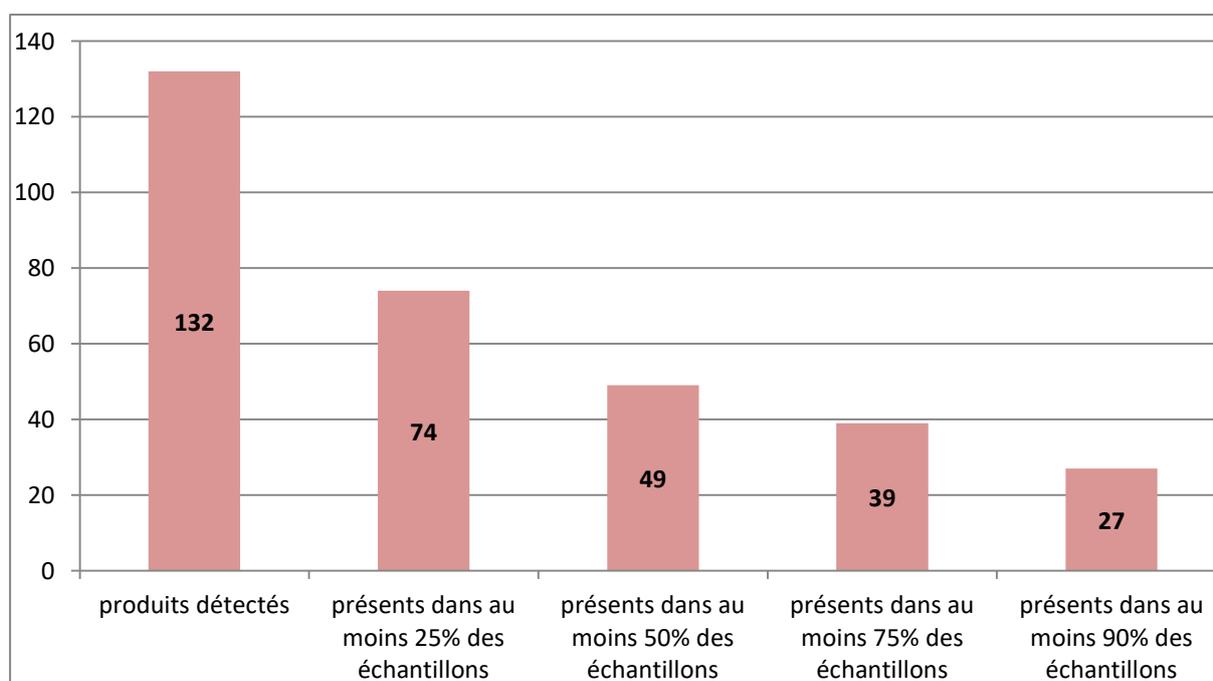
Pendimethaline	Chlorothalonil	Ethofumesate	Terbutylazine	Metholachlor	Cymoxanil	Acetochlor	Metobromuron	Chlorprophame	Prothioconazole	Propyzamide
6,6	3,7	3,2	2,5	2,1	1,7	1,7	1,6	1,3	1,2	1,1

► Chez les riverains, **17 S.A. sont mesurées dans 100% des sites**. Ce sont (par ordre alphabétique) : Chlorothalonil, Clomazone, DDT, Dimethenamid, Epoxiconazole, Ethofumesate, Flufenacet, Fluopyram, Lindane, Metholachlor, Metobromuron, Pendimethaline, Pentachloroanisole, Phenmedipham, Prothioconazole, Tri-allate et Trifloxystrobine.

Les dépôts cumulés moyens de 15 S.A. dépassent la valeur de $1 \mu\text{g}/\text{m}^2$. Le tableau suivant reprend les S.A. qui contribuent le plus aux quantités cumulées retrouvées sur les panneaux (avec la quantité cumulée moyenne retrouvée/panneau, en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ - moyenne de 10 valeurs):

Diméthomorphe	Captane	Fluxapyroxad	Azoxystrobine	Metholachlor	Difénoconazole	Ethofumesate	Pendimethaline	Metobromuron	Penconazole	Fluazinam	Terbutylazine	Cymoxanil	Chlorprophame	Prothioconazole
15,2	12,6	6,4	5,9	4,7	4,4	3,8	3,6	3,0	2,3	2,2	1,9	1,2	1,1	1,1

Si l'on tente d'analyser les résultats en reprenant l'ensemble des 22 localisations (22 panneaux verticaux écoles & riverains), on obtient 132 S.A. différentes, que l'on peut répartir suivant la fréquence avec laquelle on peut les détecter sur les capteurs passifs verticaux :



S.A. présentes dans au moins 25% des échantillons	S.A. présentes dans au moins 50% des échantillons	S.A. présentes dans au moins 75% des échantillons	S.A. présentes dans au moins 90% des échantillons
Aclonifen	Aclonifen	Aclonifen	Aclonifen
Aldrin et dieldrin	Amétoctradine	Anthraquinone	Chlorothalonil
Amétoctradine	Anthraquinone	Benfluraline	Chlorprophame
Anthraquinone	Benfluraline	Boscalid	Clomazone
Atrazin	Boscalid	Chlorothalonil	Cymoxanil
Benfluraline	Chlordane	Chlorprophame	Difénoconazole
Bixafen	Chlorothalonil	Chlorpyrifos	Dimethenamide
Boscalid	Chlorpropham	Clomazone	Diphénylamine
Butachlor	Chlorpyrifos	Cymoxanil	Epoxiconazole
Captan	Clomazone	DDT	Ethofumesate
Carbendazim	Cymoxanil	Difénoconazole	Flufenacet
Chlorantraniliprole	Cyproconazole	Dimethenamid	Fluopyram
Chlordane	DDT	Diphénylamine	Lindane
Chlorothalonil	Dichlofluanide	Diuron	Linuron
Chlorprophame	Difénoconazole	Epoxiconazole	Metholachlor(S)
Chlorpyrifos	Diflufenican	Ethofumesate	Metobromuron
Clomazone	Dimethenamide	Flufenacet	Pendimethalin
Cyflufenamide	Dimethomorphe	Fluopyram	Pentachloroanisol
Cymoxanil	Diphénylamine	Flutolanil	Phenmediphame
Cyperméthrine	Diuron	Fluxapyroxad	Propiconazole
Cyproconazole	Epoxiconazole	Lenacil	Propyzamide
DDT	Ethofumesate	Lindane	Prosulfocarb
Dichlofluanide	Fonicamide	Linuron	Prothioconazole
Difénoconazole	Fluazinam	Mandipropamide	Tebuconazole
Diflufenican	Flufenacet	Metholachlor(S)	Terbuthylazine
Dimethenamide	Fluopyram	Metobromuron	Tri-allate
Dimethomorphe	Flutolanil	Oxadiazon	Trifloxystrobine
Diphénylamine	Fluxapyroxad	Pendimethalin	
Diuron	Heptachlor	Pentachloroanisol	
Dodine	Lenacil	Phenmediphame	
Epoxiconazole	Lindane	Propiconazole	
Ethofumesate	Linuron	Propyzamide	
Fenoxycarbe	Mandipropamide	Prosulfocarb	
Fenpropimorphe	Metholachlor(S)	Prothioconazole	
Fonicamide	Metobromuron	Spirotetramat	
Fluazinam	Oxadiazon	Tebuconazole	
Fludioxonil	Penconazole	Terbuthylazine	
Flufenacet	Pendimethaline	Tri-allate	
Fluopyram	Pentachloroanisol	Trifloxystrobin	
Flutolanil	Phenmediphame		
Fluxapyroxad	Propiconazole		
Heptachlor	Propyzamide		
Hexaconazole	Prosulfocarbe		
Kresoxim-methyl	Prothioconazole		
Lenacil	Spirotetramat		
Lindane	Tebuconazole		
Linuron	Terbuthylazine		
Mandipropamide	Tri-allate		
Metalaxyl	Trifloxystrobine		
Metazachlore			
Metconazole			
Methiocarbe			
Metholachlor(S)			
Metobromuron			

Myclobutanil Oxadiazon Penconazole Pendimethaline Pentachloroanisol Pethoxamide phenmedipham Propamocarbe Propiconazole Propyzamide Prosulfocarbe Prothioconazole Pyraclostrobine Spirotetramat Tebuconazole Tefluthrine Terbuthylazine Tetraconazole Tri-allate Trifloxystrobine			
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

5.3. Discussion générale et conclusions

Dans cette partie de l'étude, trois types d'essais « in situ » ont été réalisés. Il s'agit d'essais de mesures de la dérive, de mesures de la contamination à l'extérieur et à l'intérieur d'écoles et de mesures de la contamination de l'air ambiant. Ces essais se sont déroulés en Wallonie sur les mois de mars, avril, mai et juin 2018.

Les *essais de mesures de la dérive* présentent des résultats fortement différents les uns des autres, et variables également en fonction des substances actives. Cette variation dans les résultats était attendue vu la sélection de sites très différents et la variation des conditions climatiques et des conditions d'application. La variabilité s'explique en effet par les différences qui existent entre les sites d'essais (topographie, présence de bâtiments), mais aussi par les conditions d'application (paramètres agronomiques : type de buses, pression, volume, vitesse, PPP utilisé, etc.) ou encore par les conditions météorologiques (notamment la température au moment de l'application). Certains sites (cours de récréation) sont adjacents au champ pulvérisé, d'autres sont plus éloignés (présence de bandes non traitées, de haies ou de murs). On peut observer que généralement la dérive est faible, que les obstacles peuvent réduire la dérive directe, mais pas la dérive qui survient dans les 24 heures. On peut aussi conclure de l'examen des résultats des essais sur site que la quantité de substance détectée au sol après application n'est pas corrélée avec la pression de vapeur de la substance active, pour autant que celle-ci ne soit pas trop élevée.

Grâce aux résultats des essais « in situ », on **confirme l'intérêt de faire des mesures décalées dans le temps**. Ainsi, dans l'essai de Racour par exemple, aucune substance active n'a été détectée sur les capteurs placés au sol dans les deux premières heures suivant l'application, démontrant l'effet des buses anti-dérive et du respect des bonnes pratiques, mais après 24 heures les substances pulvérisées sont quand même détectées sur la quasi-totalité des collecteurs placés au sol.

Les mesures de la contamination intérieure en début de saison de pulvérisation et fin juin dans des écoles, montrent principalement **une augmentation du nombre de substances actives détectées**. *Les mesures de la contamination extérieure* en début de saison de pulvérisation et en fin juin sur les jeux dans des écoles, montrent principalement **une augmentation du nombre de substances actives détectées**. L'examen des S.A. montre que ce sont en très grande majorité des S.A. à usage agricole. La présence à proximité d'une école d'un champ bio n'y change rien.

Les mesures de concentrations dans l'air ambiant que ce soit via les panneaux (capteurs passifs) ou la pompe à air, montrent, d'une part **la diversité des produits rencontrés**, mais **aussi l'omniprésence de certaines substances dans notre environnement** pendant les périodes de pulvérisation, y compris un grand nombre de substances qui ne sont plus approuvées. Il existe bien une cohérence entre la présence des S.A. retrouvées sur les panneaux et mesurées sur la cartouche absorbante. Les S.A. présentes dans l'air finissent par retomber au sol et par se déposer dans notre environnement. Cette omniprésence, quoiqu'en relativement faibles quantités, pourrait présenter des effets nocifs pour la santé. L'effet « cocktail » de pesticides est encore peu étudié mais présenterait des effets sur la santé, même à des concentrations proches des doses journalières admissibles (DJA). Une étude de l'INRA datant de juin 2018, a montré l'effet que peut avoir un cocktail de 6 pesticides sur la santé de souris de laboratoire (Lukowicz et al. 2018).

L'utilisation des panneaux verticaux a présenté des résultats très cohérents entre ce qui est mesuré dans les écoles et chez les riverains, ou entre le bord des parcelles et le fond, ou encore entre les panneaux placés face à de grandes cultures ou ceux placés face à un verger de pommiers. Pourtant, les panneaux mis en place subissent les intempéries (vent, pluies) et sont exposés aux rayons du soleil dont une partie du spectre dégrade les substances actives. Par conséquent les quantités décelées après plusieurs semaines d'exposition pourraient être plus faibles au moment de l'analyse que les dépôts à un instant donné. Malgré tout, on note une cohérence dans les résultats (ex : les mesures effectuées au centre de Noville-les-Bois sont effectivement inférieures aux sites plus exposés) de 2018, et confirment les mesures effectuées à Cortil-Wodon en 2017. Les mesures réalisées avec ces panneaux sont surtout intéressantes à comparer entre elles et entre sites. Plus on aura de mesures de ce type, plus il sera possible de caractériser la vulnérabilité d'un site par exemple (par le nombre de S.A. retrouvées et le niveau de contamination). Il serait intéressant d'approfondir l'étude en multipliant le nombre de sites, ici beaucoup trop faible, en multipliant les mesures dans le temps.

ANNEXE 1 - Résultats bruts des analyses

Tableau A1 - Résultats de la contamination des sols à l'intérieur des écoles en début de saison de pulvérisation (en µg/ Swiffer). Résultats présentés avec les décimales indiquées sur les bulletins de PRIMORIS. Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées	Baisy-Thy	Cortil	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)
2-phenylphenol (ortho-)		0,14	0,068		0,077	0,067	0,074
Ametoctradin		0,081					
Azoxystrobine	0,033	0,03	0,046		0,07	0,03	0,031
Buprofezin		0,02					
Carbendazim and benomyl						0,018	0,047
Chloridazon			0,015		0,034	0,022	0,017
Chlorpropham		0,016					
Chlorpyrifos (-ethyl)		0,072	0,024				
Cyfluthrin						0,032	
DEET		0,12	0,039				
Dichlofluanide		0,011					
Diflufenican			0,027	0,019		0,015	
Dimethomorph		0,013					
Diuron							0,13
Epoconazole						0,012	
Fipronil		0,025	0,029		0,068	0,038	0,074
Flutolanil	0,015	0,018	0,022	0,014	0,02	0,081	0,043
Imidacloprid	0,039	0,073	0,1		0,066	0,036	0,12
Metamitron	0,044			0,051			
Pencycuron						0,011	
Pendimethalin		0,014					
Permethrin	0,24	0,3	0,96	0,066	0,34	0,16	0,38
Piperonyl-butoxyde	0,049	1,4	0,35	0,069	0,78	0,18	0,084
Prochloraz		0,06					
Propiconazole	0,02	0,044	0,086		0,03	0,024	0,058
Terbutryn						0,016	
Thiacloprid						0,016	

Tableau A2 - Résultats de la contamination des sols à l'intérieur des écoles en fin de saison de pulvérisation (en µg/ Swiffer). Résultats présentés avec les décimales indiquées sur les bulletins de PRIMORIS. Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées (µg)	Baisy-Thy	Cortil	GrezDoiceau	Loupoigne	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)	Ormeignies
2-phenylphenol (ortho-)		0,180						0,056
Antraquinone		0,690	0,074	0,140	0,042	0,033	0,047	
Azoxystrobine			0,011		0,016	0,013		
Bixafen		0,060			0,03			0,011
Boscalid		0,026						
Captane						0,66		
Chlorothalonil		0,320	0,070					
Chlorpyrifos(-ethyl)		0,610						
Cymoxanil		0,038	0,021			0,012		
DEET (N,N -diethyl-M-toluamide)		2,200						
Dichlofluanide		0,038				0,015		0,045
Difenoconazole		0,018				0,026		
Diflufenican		0,110	0,120	0,018	0,030	0,015	0,018	0,140
Dimethenamid		0,020						
Diuron		0,010						
Epoxiconazole		0,020			0,012	0,013		
Ethofumesate		0,036						
Fipronil					0,029		0,045	
Fludioxonil						0,014		
Flufenacet		0,015			0,014			0,013
Flutolanil		0,038	0,019		0,017			0,013
Fluxapyroxad			0,014			0,011		
Imidacloprid	0,014	0,045	0,150	0,034	0,510	0,092	0,070	
Iprodione		0,011						
Mandipropamid	0,021	0,032	0,076	0,012	0,026	0,11		
Metamitron		0,014						
Metazachlor		0,41						
Methiocarb						0,014		
Metholachlor		0,039						
Metobromuron		0,019						
Oxadiazon		0,068				0,017		
Pencycuron								
Pendimethalin		0,094			0,055	0,016		
Pentachloroanisol	0,069	0,14	0,100	0,067	0,1300	0,07	0,049	
Permethrine	0,160			0,28		0,28		0,320
Phenmediphan	0,016	0,086	0,018		0,016	0,047		0,016
Phosmet						0,016		
Piperonyl-butoxyde	0,140	0,940	0,570	0,270	0,220	0,210	0,180	1,000
Primicarbe		0,022						
Propamocarb								0,011
Propiconazole	0,016	0,53	0,13	0,013	0,022	0,045	0,069	0,041
Propizamide		0,033						
Propozur		0,035						

Prosulfocarb		0,097			0,017	0,01		0,02
Prothioconazole		0,027			0,021	0,011		
Pyraclotrobin			0,034					
Simazine		0,051						
Spirotetramat						0,026		
Tebuconazole		0,029			0,017	0,024		0,013
Terbutryn								
Tetramethrine		0,018						0,019
Tolyfluanid				0,410				

Tableau A3 - Résultats de la contamination des jeux à l'extérieur des écoles en début de saison de pulvérisation (en µg/ Swiffer). Résultats présentés avec les décimales indiquées sur les bulletins de PRIMORIS. Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées	Baisy-Thy	Cortil	Grez-Doiceau	Loupoigne (Ecole comm.)	Ophain	Racour	Loupoigne (St Jean)
2-(1 naphthyl) acetamide					0,026		
2-phenylphenol (ortho-)					0,059		
Aclonifen	0,016			0,031		0,023	
Ametoctradin		0,038					
Anthraquinone						0,031	
Atrazine						0,015	
Azoxystrobine			0,022		0,036	0,022	
Bixafen				0,011			
Bromacil						0,069	
Buprofezin		0,012					
Captane					1,5	9,3	
Chloridazon			0,052			0,02	
Chlorothalonil	0,056			0,22		0,04	
Chlorpyrifos (-ethyl)		0,016	0,022				
Cyprodinil					0,033		
Diflufenican				0,022		0,065	
Dimethenamid		0,016					
Dimethomorph		0,011					
Diuron						0,18	
Dodine						0,062	
Ethofumesate					0,044		
Fluopyram						0,014	
Flutolanil	0,029	0,07	0,13		0,064	1,1	0,054
Isoxaben						0,015	
Lenacil	0,012			0,019	0,029	0,013	0,011

Metamitron			0,03	0,04		0,37	
Methiocarbe			0,015		0,018	0,028	
Methoxyfeozide						0,015	
Pencycuron	0,012	0,012	0,035	0,015	0,069	0,49	0,011
Pendimethaline	0,018				0,053	0,046	
Permethrine	0,065	0,037			0,051		0,036
Phenmedipham	0,012			0,027	0,033	0,063	0,01
Piperonyl-butoxyde		0,047	0,017		0,035		
Propiconazole		0,015	0,016		0,13		5,8
Propyzamide	0,023	0,015	0,014				
Tebuconazole				0,098		0,037	0,35
Tebufenozide						0,019	
Thiacloprid						0,16	
Tolyfluanid				0,48			

Tableau A4 - Résultats de la contamination des jeux à l'extérieur des écoles en fin de saison de pulvérisation (en µg/ Swiffer). Résultats présentés avec les décimales indiquées sur les bulletins de PRIMORIS. Les lignes surlignées indiquent les S.A. qui ne sont probablement pas d'usage agricole.

Substances détectées (µg)	Baisy-Thy	Cortil	Grezoiceau	Loupoigne	Ophain	Racour	Loupoigne (St-Jean)	Ormeignies
Ametoctradine	0,012			0,029		0,01	0,016	
Antraquinone		0,17	0,091	0,048	0,035		0,033	
Azoxystrobine	0,021		0,01	0,021	0,014	0,012		
Biphenyl				0,11			0,11	
Bixafen				0,036	0,047	0,012		
Boscalid					0,024			
Captane				0,2				
Chlorothalonil	0,036	0,091	0,1		0,065			
Chlorantaniliprole						0,031		
Cyantraniliprole						0,011		
Cymoxanil	0,045		0,064	0,057	0,015	0,049	0,024	
DEET				0,041				
Dichlofluanide			0,093					
Difenoconazole			0,011	0,011		0,038		
Diflufenican	0,015		0,06	0,019	0,012	0,016		0,044
Dimoxystrobin				0,014	0,018		0,012	
Dimethomorph				0,02				

Epoxiconazole	0,011			0,012	0,016	0,043		
Fluazinam				0,03			0,022	
Fludioxonil								
Flufenacet	0,01	0,01		0,027	0,011		0,015	0,018
Fluopicolide					0,013			
Flutolanil	0,026		0,012	0,01	0,015	0,017	0,03	
Fluxapyroxad			0,022			0,015		
Imidacloprid			0,034		0,022	0,12		
Iprodione								
Lindane				0,015				
Mandipropamid	0,045	0,017	0,12	0,096	0,054	0,2	0,041	0,016
Metconazole			0,02					
Methiocarbe						0,011		
Metholachlor	0,023		0,021	0,059			0,041	
Metobromuron						0,012	0,012	
Pencycuron						0,012		
Pendimethaline		0,05		0,012				
Pentachloroanisol	0,099	0,12	0,059	0,071	0,13	0,075	0,11	0,064
Permethrine							0,37	
Phenmediphan	0,036	0,015	0,011	0,067	0,052	0,054	0,04	0,034
Piperonyl-butoxyde		0,15		0,012		0,036		0,044
Propamocarbe	0,011			0,018	0,012	0,012		0,01
Propiconazole		0,02	0,3	0,015	0,7	0,011	9,2	
Propizamide	0,022							
Propozur							0,027	
Prosulfocarbe	0,014	0,028		0,02	0,016	0,021		0,018
Prothioconazole	0,012			0,023	0,017	0,026	0,015	0,014
Pyraclotrobine			0,047					
Spinosad			0,018					
Spirotetramat						0,036		
Terbutylazine				0,048				
Tebuconazole	0,013		0,23	0,2	0,033	0,024	0,027	0,011
Tolyfluanid				6,5				
Vanifenalate	0,019		0,01	0,049	0,013		0,021	
Zoxamide				0,012				

Tableau A5 : Résultats des mesures de l'essai de référence 'in situ' à Baisy-Thy : substances actives détectées, classées par ordre de fréquence (avec les dépôts moyens) (en µg).

Substances	Moyenne (µg)	Ecart-type (µg)	Minimum (µg)	Maximum (µg)	Occurrence
Tebuconazole	0,05708	0,037	0,015	0,11	12
Metholachlor	0,05925	0,018	0,029	0,097	12
Pentachloroanisol	0,22842	0,489	0,038	1,78	12
Lindane	0,45467	0,745	0,034	2,67	12
Clomazone	0,02591	0,009	0,019	0,052	11
Dimethenamid	0,03209	0,017	0,015	0,065	11
Dimethomorph	0,0324	0,012	0,014	0,054	10
Piperonyl-butoxyde	0,212	0,26	0,046	0,89	9
Pendimethalin	0,26844	0,567	0,015	1,78	9
Chlorpropham	0,54289	0,937	0,100	3,026	9
Butachlor	0,70689	0,477	0,029	1,4	9
Propyzamide	0,06725	0,135	0,014	0,4	8
Propiconazole	0,06875	0,039	0,015	0,12	8
Azoxystrobine	0,10488	0,073	0,012	0,19	8
Fenobucarb	0,19588	0,142	0,012	0,33	8
Pyrimethanil	0,02029	0,004	0,012	0,024	7
Triallate	0,19714	0,384	0,026	1,068	7
Diuron	0,20557	0,087	0,069	0,28	7
Propamocarb	0,02017	0,005	0,012	0,025	6
Flufenacet	0,021	0,01	0,011	0,039	6
Buprofezin	0,02983	0,007	0,021	0,036	6
Difénoconazole	0,03067	0,01	0,016	0,039	6
Prothioconazole	0,03983	0,019	0,011	0,07	6
Hexaconazole	0,07267	0,029	0,029	0,1	6
Paclobutrazol	0,08817	0,035	0,032	0,11	6
Carbendazim	0,09233	0,066	0,014	0,16	6
Cyperméthrin	0,1085	0,047	0,038	0,178	6
Isoprothiolane	0,1225	0,055	0,031	0,17	6
DDT	0,14573	0,177	0,018	0,4984	6
Metalaxyl	0,014	0,001	0,013	0,015	5
Mandipropamid	0,0204	0,006	0,011	0,027	5
Phenmedipham	0,0208	0,013	0,012	0,043	5
Triadimenol	0,0274	0,008	0,016	0,037	5
Thiabendazole	0,0366	0,004	0,03	0,04	5
Cymoxanil	0,0374	0,008	0,024	0,041	5

Triadimefon	0,066	0,006	0,059	0,075	5
HCH (Alfa)	0,139	0,133	0,029	0,356	5
Anthraquinone	0,442	0,548	0,16	1,42	5
Terbutylazine	0,5482	0,988	0,037	2,314	5
DEET	0,816	0,261	0,47	1,1	5
Bifenthrin	0,82	0,919	0,18	2,4	5
Acetampirid	0,01125	0,001	0,01	0,012	4
Myclobutanil	0,01425	0,003	0,011	0,017	4
Tricyclazole	0,03125	0,008	0,02	0,036	4
Imidacloprid	0,036	0,006	0,028	0,042	4
Ametryn	0,04475	0,011	0,029	0,051	4
Fipronil	0,1175	0,065	0,044	0,2	4
Propanil	0,4425	0,136	0,26	0,56	4
Chlorantraniliprole	0,012	0,002	0,011	0,014	3
Flusilazole	0,014	0,002	0,012	0,015	3
Oxadiazon	0,04733	0,006	0,044	0,054	3
Hexachlorobenzene	0,1112	0,097	0,02	0,2136	3
Quintozène	0,11413	0,179	0,011	0,3204	3
Dichlofluanide	0,27633	0,378	0,037	0,712	3