

Siège social et site de Liège :

Rue du Chéra, 200

B-4000 Liège

Tél : +32(0)4 229 83 11

Fax : +32(0)4 252 46 65

Site web : <http://www.issep.be>

Site de Colfontaine :

Zoning A. Schweitzer

Rue de la Platinerie

B-7340 Colfontaine

Tél : +32(0)65 61 08 11

Fax : +32(0)65 61 08 08

ARRETE DE SUBVENTION

**Objectivation de l'exposition des populations aux pulvérisations de produits
phytopharmaceutiques en Wallonie et des mesures de protection destinées à limiter cette
exposition – Etude PROPULPPP**

Volet 3

Rapport n°04460/2018 – part 2

Mars 2019

I. Ruthy

Attachée,

Cellule Environnement et Santé,

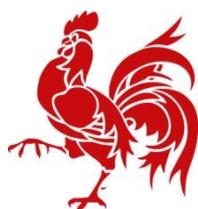
Direction des Risques Chroniques.

S. Remy

Responsable,

Cellule Environnement et Santé,

Direction des Risques Chroniques.



Wallonie



Pour toute information complémentaire, merci de prendre contact avec l'ISSEP avec les moyens et adresses mentionnés ci-dessous :

ISSEP (Institut Scientifique de Service Public)
Rue du Chéra, 200
B-4000 Liège
Tél. : +32 4 229 83 11
Fax : +32 4 252 46 65

Courriels :

s.remy@issep.be

i.ruthy@issep.be

Table des matières

1	Introduction et objectifs du volet	3
2	Méthodologie.....	3
2.1	Site de mesure et dispositif de mesure	3
2.2	Programme des essais et plan d'échantillonnage	5
3	Résultats et interprétation	6
3.1	Suivi de l'épandage F/E1.....	6
3.2	Suivi de l'épandage P/E2	12
4	Conclusions	17
5	Bibliographie	17

Ce rapport constitue le livrable du volet 3 du projet PROPULPPP, ayant pour objet l'objectivation de l'exposition des populations aux pulvérisations de produits phytopharmaceutiques en Wallonie et recommander des mesures de protection destinées à la limiter en bordure des champs traités.

Les avis, opinions et recommandations délivrés dans le cadre de ce rapport sont établis sur base de données scientifiques et techniques et d'informations disponibles. Dans la mesure du possible, la source de ces données est clairement mentionnée. Dans certains cas, les données sont également reprises intégralement en annexe. Bien que l'ISSEP procède à une vérification minutieuse de leur fiabilité, l'ISSEP ne pourra être tenu responsable de toute erreur éventuellement présente dans ces données et informations.

Les avis, opinions et recommandations délivrés par l'ISSEP dans le cadre de ce rapport ne constituent qu'une aide à la décision fournie aux pouvoirs publics, et ne préjugent en rien de l'utilisation finale qui en sera faite.

1 Introduction et objectifs du volet

Les essais mis en œuvre dans le volet 3 visent à mesurer, de manière aussi précise que possible, le transfert par immission des pesticides non plus dans la zone bordant les parcelles traitées mais dans les zones éloignées de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres. Dans ce cadre, on s'intéresse aux pesticides transportés :

- en phase gazeuse ou sous la forme d'aérosols, soit juste après la phase de pulvérisation, soit suite à une volatilisation post-application ;
- adsorbés sur des particules solides mobilisées par l'érosion.

Ces phénomènes pouvant durer de quelques jours à quelques semaines (voire plus), les durées de prélèvement sont adaptées en conséquence.

Ces mesures 'à plus longue distance' et 'plus longue durée' sont complémentaires des essais menés dans le volet 1, qui étudie la dispersion des pesticides depuis le champ traité à courte distance et à court-moyen terme. L'objectif du volet 3 est l'évaluation de la dispersion des pesticides en zone agricole dans les jours et semaines qui suivent l'épandage. Il s'agit de déterminer les concentrations en pesticides dans l'air retrouvés à plus longue distance du point d'épandage et sur une période d'échantillonnage plus longue.

2 Méthodologie

2.1 Site de mesure et dispositif de mesure

La méthodologie adoptée pour ce volet est très similaire à celle du volet 1. La mesure des pesticides se fait toutefois à des distances nettement plus grandes que celles du volet 1 et sur des périodes de mesures plus longues. Deux des sept épandages suivis dans le volet 1 seront également étudiés dans le volet 3.

Le site de mesure idéal doit se trouver au milieu des champs étudiés et être bien positionné par rapport aux vents dominants (SO en Belgique). Il doit aussi être sécurisé et proche d'une alimentation électrique. Sur base de ces contraintes, le toit du hangar du bâtiment Léon Lacroix du CRA-W a été choisi pour poser les capteurs (Figure 2.1 & Figure 2.2). Le choix de ce site de mesure excluait toutefois la possibilité d'étudier les transferts par immission des pesticides épandus sur le champ de maïs, situé à Ernage à environ 3 km au nord-ouest du bâtiment Lacroix du CRA-W. La localisation du site de mesure par rapport aux champs étudiés est reportée sur la carte de la Figure 2.3.



Figure 2.1: Site de mesures sur le hangar du CRA-W - Volet 3, PROPULPPP



Figure 2.2: Vue depuis le site de mesures 'Volet 3'. A l'avant-plan, derrière la barrière blanche, champ de froment (F/E1). A l'arrière-plan à gauche, champ de pommes de terre



Figure 2.3: Localisation des sites du volet 3 – PROPULPPP

Deux types de capteurs sont utilisés dans le cadre du volet 3 : collecteur passif vertical et échantillonneur d'air (capteur actif). Le premier permet d'intercepter les pesticides sous forme de particules et gouttelettes en suspension et le second capte les pesticides sous leur forme gazeuse.

Le collecteur passif vertical était composé de deux papiers de cellulose (Feuille Grade 50, 46/57 cm, GE Healthcare Whatman), fixés sur des supports métalliques posés verticalement face aux vents dominants attendus (Figure 2.1)

Les prélèvements de pesticides dans l'air (Figure 2.1 et Figure 2.4) ont été réalisés avec un échantillonneur (Total Suspended Particulate (TSP) High Volume Sampler, ThermoFisher scientific, Breda, Pays-Bas) aspirant l'air à un débit de 4m³/h. Son principe de fonctionnement est le suivant : l'air aspiré passe par un filtre en quartz (Pallflex, PallLife Science, Hoegaarden, Belgique) qui retient les pesticides associés aux matières particulaires et une cartouche constituée de mousse et de résine (ORBO 2500 precleaned large PUF/Amberlite® XAD®-2/PUF, Supelco, USA) qui capture les molécules à l'état gazeux. Ces cartouches sont conformes aux normes US-EPA (1980) et ASTM concernant l'analyse de pesticides dans l'air. La méthode de prélèvement des pesticides employée dans le projet s'appuie sur la norme AFNOR XP X43-058 relative au dosage des substances phytosanitaires dans l'air ambiant et repose sur l'expérience acquise lors du projet EXPOPESTEN (ISSeP, 2018).

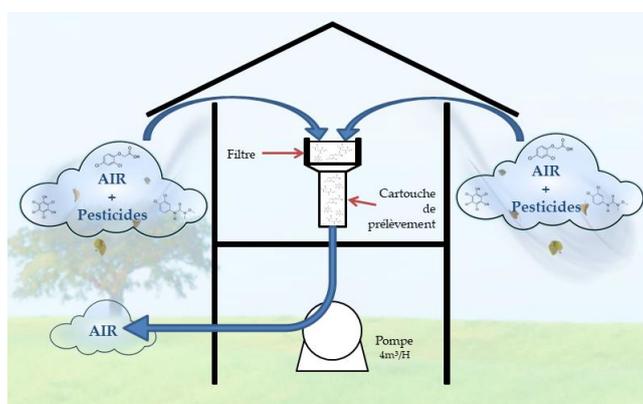


Figure 2.4: Schéma représentant le principe d'échantillonnage

2.2 Programme des essais et plan d'échantillonnage

Les deux épandages suivis sont l'épandage n°1 sur le champ de froment et l'épandage n°2 sur le champ de pommes-de-terre, réalisés respectivement en mai et juillet. Les substances actives (S.A.) étudiées sont reprises dans le Tableau 2.1. Les différentes classes de volatilité y sont mentionnées.

Tableau 2.1: Epandages suivis dans l'étude PROPULPPP – Volet 3

Epandage	Date	Culture	PPP Classe	PPP Formulation	PPP S.A.	Pression de vapeur (Pa)	Constante d'Henry (Pa.m ³ /mol)
F/E1	3 mai 2018	Froment	H	Bofix	fluroxypyr	3,8 x 10 ⁻⁹	1,69 X 10 ⁻¹⁰
					clopyralide	1,36 x 10 ⁻³	1,6 x 10 ⁻¹¹
					MCPA	4 x 10 ⁻⁴	5,5 x 10 ⁻⁵
			F	EpoX Top	fenpropidine	1,7 x 10 ⁻²	10,7
					epoxyconazole	1 x 10 ⁻⁵	4,7 x 10 ⁻⁴
P/E2	5 juillet 2018	Pommes de Terre	F	Cymopur	cymoxamil	1,5 x 10 ⁻⁴	3,8 x 10 ⁻⁵

Situés à Gembloux, ces champs font partie des parcelles appartenant au CRA-W. Le champ de froment (F/E1) était situé à environ 400 m à l'ouest des capteurs placés sur le toit du hangar. Le champ de pommes-de-terre (P/E2) était quant à lui, approximativement, à 1,3 km au sud-ouest de ces capteurs (Figure 2.3).

Les capteurs posés sur le toit ont été relevés toutes les semaines pendant le mois qui a suivi l'épandage. La première phase, démarrée le 3 mai avec la pulvérisation sur le champ de froment, a duré tout le mois de mai. Des échantillons ont été prélevés les: 9/5, 17/5, 24/5 et 31/5. La seconde phase avec le suivi de l'épandage n°2 sur le champ de pommes de terre a commencé le 5 juillet. Les cartouches et filtres ont ensuite été relevés, le 12/7, 19/7, 26/7 et 2/8.

Les échantillons collectés ont été analysés par le laboratoire de chimie organique de l'ISSeP. Un résumé de la méthode d'analyse est repris dans le rapport du volet 1. Un rapport plus détaillé est également intégré dans les documents annexes du projet. Seules les substances actives épandues lors de ces deux pulvérisations ont été recherchées dans les échantillons collectés.

Un recensement des épandages réalisés aux alentours du site de mesure a été effectué. Ces données sont nécessaires afin de tenir compte des S.A. épandues ailleurs que sur les parcelles retenues dans l'interprétation des résultats.

Les conditions météorologiques des stations d'Ernage (IRM) et de Sombreffe (Pameseb) ont été collationnées. La première se situe à environ 3 km au nord-ouest de Gembloux, la seconde à 8 km au sud-ouest.

3 Résultats et interprétation

Pour une interprétation rigoureuse des mesures des substances actives captées sur le toit du bâtiment, il faut prendre en considération plusieurs facteurs. En effet, les conditions météorologiques, en particulier la direction du vent, vont être une des clés de la restitution, sur les capteurs, des S.A. épandues, tout comme les paramètres de volatilité. Il est important aussi de tenir compte des pesticides épandus aux alentours du site de mesure. Ainsi, pour chaque phase du volet 3, les données météorologiques sont présentées ainsi que les données sur les épandages voisins susceptibles de se superposer avec les pulvérisations suivies et leurs S.A.

3.1 Suivi de l'épandage F/E1

Sur le champ de froment, le jeudi 3 mai, un herbicide et un fongicide ont été épandus (Tableau 2.1). Pour rappel, les S.A. pulvérisées sont le fluroxypyr, la clopyralide, le MCPA, la fenpropidine et l'époxyconazole. Entre le 3 et le 31 mai 2018, des prélèvements, en continu, ont été effectués via les capteurs posés sur le toit du bâtiment du CRA-W, distant d'environ 400 m du champ traité. Des échantillons ont été relevés chaque semaine.

Les conditions météorologiques, au moment du traitement et dans le mois qui a suivi, sont synthétisées dans les graphes de la Figure 3.1. La moyenne des températures relevées durant la première période de mesure est de 16°C ($\pm 5,5^\circ\text{C}$) avec une humidité relative moyenne de 71 % ($\pm 18\%$). Quelques précipitations ont été enregistrées, essentiellement durant la seconde quinzaine du mois de mai. Au total, sur le mois, le niveau de précipitation relevé dans la région gembloutoise s'élève à 20 mm. La vitesse moyenne du vent sur cette période est de 6,8 km/h (1,8 m/s), avec durant la première semaine des pointes à presque 20 km/h (5,5 m/s).

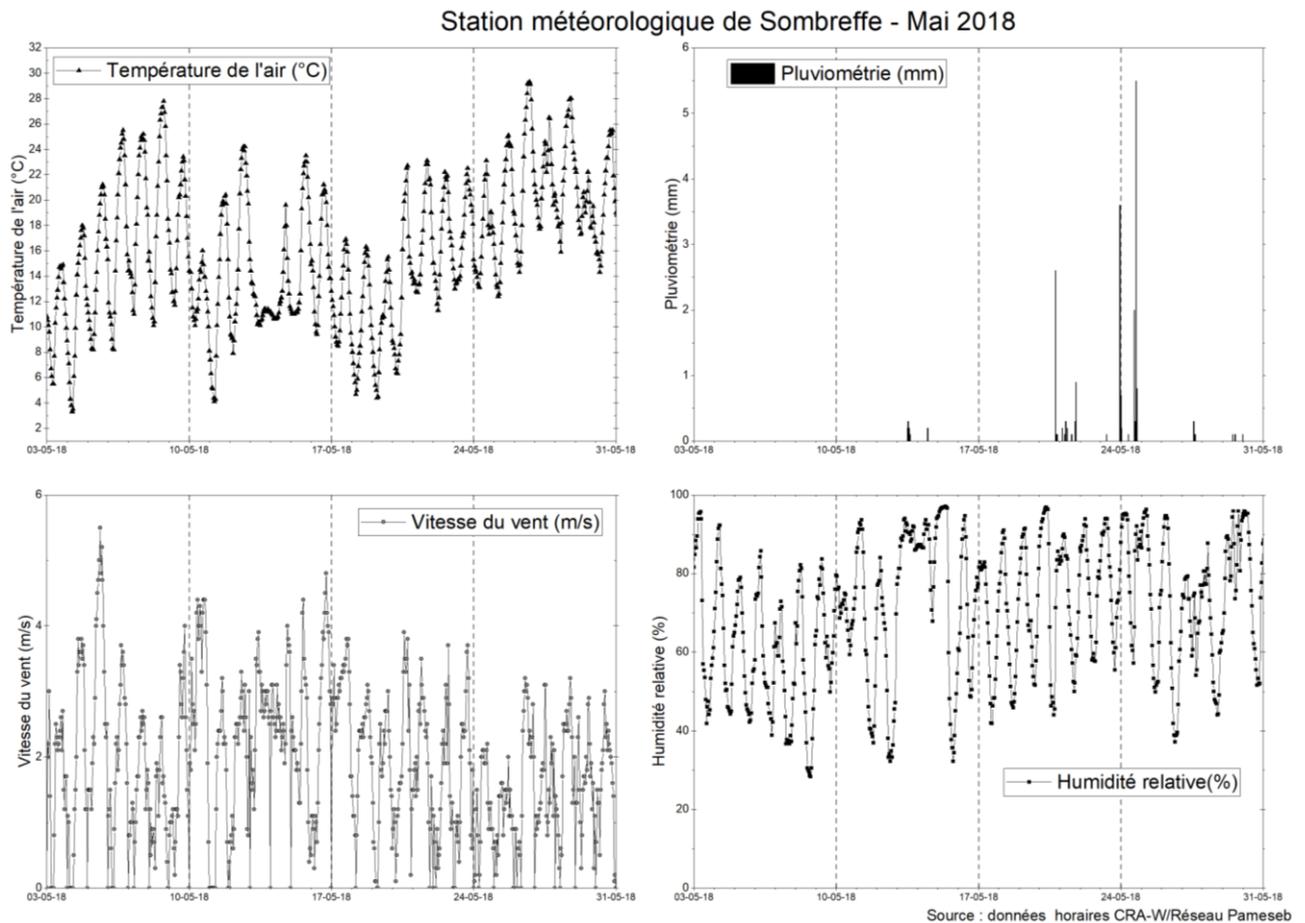


Figure 3.1: Conditions météorologiques observées en mai 2018 à Sombreffe (Station Pameseb)

Les résultats des analyses des échantillons collectés sont présentés, par semaine de prélèvement, dans le Tableau 3.1. Le cymoxanil, bien que non pulvérisé dans l'épandage étudié, a néanmoins été dosé. En effet, une réponse chromatographique pour cette S.A. a été observée durant la séquence d'injection permettant l'analyse des autres S.A. recherchées dans le cadre du projet PROPULPPP.

Peu de S.A. ont été quantifiées au cours de cet essai. Aucune des S.A. épandues sur le champ de froment n'a pu être mesurée sur les échantillons du capteur actif. Même, la fenpropidine, molécule très volatile, n'a jamais été détectée. Une des principales raisons qui pourrait expliquer cette très faible restitution des S.A. est l'orientation des vents, au moment de l'épandage et durant le mois de mai. Au moment de la pulvérisation (F/E1), la vitesse moyenne du vent mesurée était de 10,8 km/h (3 m/s) et sa direction était ENE. La température moyenne était d'environ 11°C et l'humidité relative de 64 % (paramètres mesurés sur le champ via un mât météo).

Tableau 3.1: Concentrations dans l'air (ng/m³) et Quantités de dépôt (ng/m²) mesurées durant le mois de mai 2018 sur les capteurs placés sur le toit du bâtiment du CRA-W à Gembloux

Substance Active	Semaine 1 (3-5 au 9-5-2018)		Semaine 2 (9-5 au 17-5-2018)	
	Capteur actif 'Air'	Collecteur passif vertical	Capteur actif 'Air'	Collecteur passif vertical
	(ng/m ³)	(ng/m ²)	(ng/m ³)	(ng/m ²)
Clopyralide	< 0,03**	49	< 0,03**	Détecté*
Cymoxanil	Détecté*	< 40**	Détecté*	< 40**
Fluroxypyr	< 0,03**	< 40**	< 0,03**	< 40**
Fenpropidine	< 0,02**	< 20**	< 0,01**	< 20**
MCPA	< 0,03**	Détecté*	< 0,03**	51
Epoxiconazole	< 0,02**	152	< 0,01**	81
Substance Active	Semaine 3 (17-5 au 24-5-2018)		Semaine 4 (24-5 au 31 -5-2018)	
	Capteur actif 'Air'	Collecteur passif vertical	Capteur actif 'Air'	Collecteur passif vertical
	(ng/m ³)	(ng/m ²)	(ng/m ³)	(ng/m ²)
Clopyralide	< 0,03**	Détecté*	< 0,03**	< 40**
Cymoxanil	0,05	59	0,17	132
Fluroxypyr	< 0,03**	Détecté*	< 0,03**	Détecté*
Fenpropidine	< 0,01**	< 20**	< 0,01**	< 20**
MCPA	< 0,03**	Détecté*	< 0,03**	< 40**
Epoxiconazole	< 0,01**	78	< 0,01**	77

*« détecté » lorsque la S.A. a été détectée en trace, donc valeur entre LOQ et LOD. La limite de détection (LOD) définie par le laboratoire est LOQ/3.
**< limite de quantification (LOQ).

A titre indicatif, peu de S.A. ont également été retrouvées sur les capteurs placés en bordure de champ (1 à 50 m) durant les deux jours de mesure qui ont suivi le traitement (essai F/E1 du volet 1). Sur les échantillons des capteurs actifs 'Air', une seule S.A. la fenpropidine, a été retrouvée régulièrement, ; mais uniquement en bordure du champ, soit à une distance ne dépassant pas 10 m, durant la première journée qui a suivi l'épandage, sa forte volatilité lui a vraisemblablement permis de se déplacer, par diffusion, à l'opposé de la direction moyenne des vents. Les quantités collectées les plus importantes l'ont été sur les capteurs passifs verticaux, en bordure de champ (6 m), durant la deuxième journée de mesure. Elles s'élèvent respectivement à 7750 ng/m² pour le clopyradide, à 1940 ng/m² pour le fluroxypyr, à 4110 ng/m² pour le MPCA, à 135 ng/m² pour l'époxyconazole, la fenpropidine n'a quant à elle pas pu être quantifiée. Il faut rappeler que, durant ce premier essai, le vent a, majoritairement, soufflé du site de mesures vers le champ traité.

L'analyse plus détaillée des conditions de vent (direction et vitesse) apporte davantage d'indications pour l'interprétation des résultats. A partir des données (mesures toutes les 10 minutes) de la station météorologique de l'IRM à Ernage, les roses des vents des 4 périodes de prélèvements ont été dessinées (Figure 3.2).



Figure 3.2: Directions et vitesses moyennes des vents, mesurées à la station IRM d'Ernage, entre le 3 mai et le 31 mai 2018. Présentation des données par période de prélèvement. Localisation des sites.

Etant donné la disposition relative des sites (parcelle suivie et bâtiment du CRA-W avec les capteurs), pour que les S.A. épandues sur le champ de froment aient pu être collectées par les capteurs, il aurait fallu que le vent soit orienté de secteur O à SO (SSO). Tout au long du mois de mai, le vent dominant a rarement été orienté du champ traité vers les capteurs. La direction du vent n'a pas été constante durant ce mois de mai, avec des orientations très variables d'une période à l'autre. Ce n'est que durant les deuxième et quatrième semaines qu'on a noté l'existence d'épisodes venteux mieux orientés par rapport aux dispositifs de mesure en place, c'est-à-dire avec un vent ayant tendance à être de secteur O à SO. Ces conditions plus favorables à la collecte des S.A. sur les capteurs peuvent, sans doute, expliquer pourquoi quelques-unes des S.A. épandues, dont le MCPA et l'époxyconazole ont pu être quantifiées sur les échantillons des capteurs passifs verticaux de la semaine 2. D'après les données récoltées lors du recensement des épandages dans la zone d'étude, le MCPA, contrairement à l'époxyconazole (voir ci-dessous), n'a pas été utilisé sur d'autres parcelles.

La prise en compte combinée de la direction du vent et des informations relatives aux *épandages réalisés aux alentours* devrait permettre de compléter l'analyse des données et de mieux expliquer les raisons de la présence ou non des S.A. étudiées sur les capteurs.

Interprétation des résultats

Semaine 1 : Le vent ayant soufflé principalement du secteur NE, les dépôts de clopyralide et d'époxyconazole identifiés peuvent provenir des épandages, réalisés respectivement le 5 et le 6 mai sur un champ de betterave et un champ de froment, situés au NE et NNE du bâtiment.

Semaine 2 : Comme le vent a soufflé majoritairement de secteur NO à ONO et de secteur OSO et vu qu'outre l'épandage étudié (F/E1), trois autres épandages d'époxyconazole ont eu lieu début mai sur ces parcelles plus éloignées des capteurs que le champ suivi, ces pulvérisations peuvent avoir, en partie, contribué aux dépôts d'époxyconazole mesurés.

Semaine 3 : Vu la direction moyenne du vent NNO à NNE, la présence d'époxyconazole peut, au moins pour partie, être attribuée à un épandage, réalisé le 17 mai sur une parcelle située à Ernage (à côté du champ de maïs). Le fait que le 16 mai, toujours à Ernage, du fluroxypyr a été épandu, peut également peut-être expliquer les traces détectées sur le capteur passif. Par contre, d'après le recensement réalisé, aucun traitement à base de cymoxanil ou de MCPA n'a été mené dans les alentours durant cette période de prélèvement.

Semaine 4 : Les orientations principales du vent NE à SE et SSO se sont révélées comme pour la semaine 2, favorables à la dispersion, en direction des capteurs, des S.A. épandues sur le champ de froment étudié, cela peut donc expliquer les dépôts de S.A. retrouvés. Toutefois, le 22 mai, de l'époxyconazole ayant été pulvérisée sur deux parcelles situées à moins d'1 km au SO des capteurs, il convient de ne pas exclure le fait que ces traitements aient pu contribuer aux dépôts collectés. Le cymoxanil provient probablement d'un champ de pommes de terre, situé à 700 m au NO des capteurs (épandage le 29/5, champ noté 'Pdt bis' sur la carte de la Figure 2.3), le transfert de la substance ayant été vraisemblablement assuré par un vent qui a été occasionnellement, pendant cette période, de secteur NO. Cet apport n'a toutefois été mesuré que durant 3 jours maximum (puisque le 31/5, le prélèvement s'est achevé). Le cymoxanil est une S.A. qui n'est agréé que pour la pomme de terre. Dans les alentours, d'après les informations reçues, un seul épandage de cette S.A. a eu lieu pendant la période des prélèvements (29/5). Ce traitement peut expliquer les valeurs

observées la semaine 4 mais pas celles des semaines précédentes. En effet, dès la semaine 1, des traces de cymoxanil sont détectées dans l'air. Le cymoxanil est un produit systémique qui s'applique quand la plante est en forte croissance, ce qui permet d'espacer un peu les traitements ou quand les conditions météo sont compliquées, permettant alors de rattraper, par sa curativité, un traitement précédent un peu court en rémanence. En retrouver dès le mois de mai est surprenant puisqu'on est seulement à l'émergence des plantes. Cette S.A. a une action préventive, rétroactive de plusieurs jours après contamination et même curative sur mildiou installé. Dès lors, il est probable qu'en cas de doute des traitements préventifs ont été réalisés.

Les concentrations dans l'air ambiant de plusieurs pesticides ont été mesurées, en Wallonie, entre mai 2015 et mai 2016 dans le projet EXPOPESTEN (ISSeP, 2018). L'échantillonnage réalisé en continu sur des périodes de 14 jours en différents points du territoire wallon était censé permettre la mesure des concentrations moyennes auxquelles est exposée la population générale (Tableau 3.2). Il est donc intéressant de comparer ces données avec les résultats obtenus dans le volet 3 de cette étude. Il faut toutefois bien garder en tête que les échantillons du volet 3 de PROPULPPP ne sont collectés que durant des périodes de 7 jours. Les concentrations mesurées en cymoxanil durant le mois de mai (semaines 3 et 4) au milieu des terres agricoles du CRA-W sont (légèrement) inférieures à la concentration moyenne mesurée dans l'air ambiant wallon durant une année. Cette observation concorde avec l'utilisation de ce fongicide, employé essentiellement pendant la période de croissance de la pomme de terre (de juin à septembre).

Tableau 3.2: Concentrations mesurées dans l'air ambiant (projet EXPOPESTEN)

S.A.	EXPOPESTEN - Air ambiant (éch. 14 jours; 28/05/2015-26/05/2016)	
	ng/m ³	Gamme (min - max) Moyenne ± SD
Fenpropidine	0,11 – 1,8	0,38 ± 0,31
Epoxyconazole	0,04 - 0,06	0,05 ± 0,01
MCPA	0,05 – 0,08	0,06 ± 0,01
Cymoxanil	0,04 - 0,97	0,22 ± 0,21
Clopyralide	très peu détecté (<LOQ : 0,1)	
Fluroxypyr	non étudié	

Sur base des résultats collectés lors de la première campagne d'essais du volet 3, il est difficile de tirer des conclusions sur la dispersion des pesticides à plus longue distance du point d'émission. En effet, peu de S.A. épandues sur le champ de froment étudié (F/E1) ont été retrouvées sur les échantillons collectés, tant par le préleveur d'air que par le capteur passif. La direction moyenne des vents en est la cause principale. Par contre, en croisant les renseignements recueillis sur les épandages aux alentours avec les données météorologiques, on montre qu'une partie au moins des S.A. retrouvées proviennent d'autres parcelles que celles étudiées mais traitées avec les mêmes produits. Ces observations confirment au moins bien le transport des pesticides au-delà des zones proches des champs traités.

3.2 Suivi de l'épandage P/E2

Le jeudi 5 juillet 2018, le fongicide 'Cymoxanil' a été pulvérisé sur la parcelle de pommes de terre, suivie dans le cadre du projet PROPULLL (Tableau 2.1). Ce champ se situe à 1,3 km au sud-ouest du site de mesure (toit du bâtiment du CRA-W)(Figure 2.3).

Les conditions météorologiques, au moment du traitement et dans le mois qui a suivi, sont synthétisées dans les graphes de la Figure 3.3. Durant la période de mesure, la température moyenne établie sur la période de mesure est de 21,4°C ($\pm 5,2^\circ\text{C}$) pour une humidité relative moyenne de 60 % ($\pm 18\%$). Quelques précipitations ont été enregistrées durant la dernière semaine du mois de juillet (lame d'eau totale : 2,6 mm). La vitesse moyenne du vent sur cette période est de 5,8 km/h (1,6 m/s), avec des vitesses maximales à presque 20 km/h (5,3 m/s).

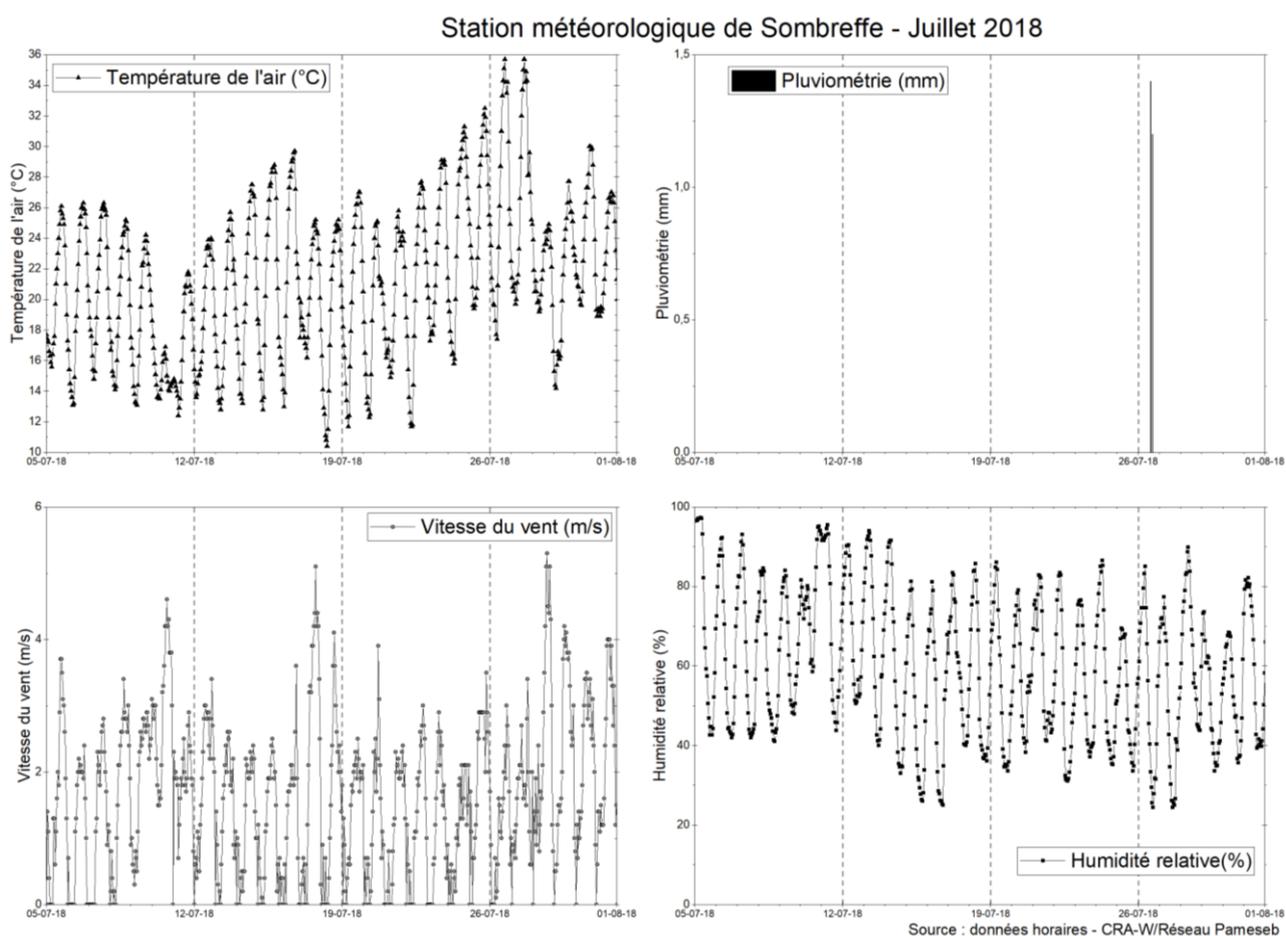


Figure 3.3: Conditions météorologiques observées en juillet 2018 à Sombreffe (Station Pameseb)

Au moment de la pulvérisation (05/07/2018 8h-9h), la vitesse moyenne du vent de secteur NNO était de 5,4 km/h (1,5 m/s), la température moyenne d'environ 17,5°C et l'humidité relative de 90 % (paramètres mesurés sur le champ via un mât météo).

Les résultats des analyses des échantillons collectés sont présentés, par semaine de prélèvement, dans le Tableau 3.3. Le cymoxanil a été quantifié à toutes les périodes de prélèvement et sur les deux types de capteurs (actif et passif). Les concentrations mesurées dans l'air sont relativement du même ordre de grandeur pour les 4 semaines d'observation. Par contre, les dépôts sur le collecteur passif sont plus importants la première quinzaine.

Tableau 3.3: Concentrations dans l'air (ng/m³) et Quantités de dépôt (ng/m²) mesurées durant le mois de juillet 2018 sur les capteurs placés sur le toit du bâtiment du CRA-W à Gembloux

<u>Cymoxanil</u>	Capteur actif 'Air' (ng/m ³)	Collecteur passif vertical (ng/m ²)
Semaine 1 (5-7 au 12-7-2018)	0,48	608
Semaine 2 (12-7 au 19-7-2018)	0,64	605
Semaine 3 (19-7 au 26-7-2018)	0,35	386
Semaine 4 (26-7 au 2-8-2018)	0,44	472

A titre indicatif, les observations faites à proximité du champ traité (1-50 m) montrent des quantités de dépôts non négligeables (données issues du volet 1 du projet). Ainsi, les quantités captées par les collecteurs passifs à 50 m du bord du champ traité, durant le second jour après le traitement, sont encore comprises entre 1400 et 6600 ng/m². Sur les collecteurs situés à 1 m du bord du champ traité, le dépôt est de ~25 000 ng/m² à 37 000 ng/m² (selon le capteur). Les concentrations dans l'air, mesurées le surlendemain de l'épandage (J+2), sont quant à elles de 8,9 ng/m³ à l'échantillonneur placé à 6 m du champ et de 0,5 ng/m³ à 50 m du bord du champ. Le cymoxanil est la S.A. présentant le % dérive le plus élevé des S.A. étudiées dans le cadre des essais du volet 1 du projet.

Pendant la période de prélèvement (juillet 2018), selon les données communiquées par l'exploitant agricole, il n'y a pas eu de traitement à base de cymoxanil sur l'autre parcelle de pommes de terre, située à 700 m au NO des capteurs (champ 'Pdt bis'). Néanmoins, en juin, cette parcelle a subi trois traitements incluant du cymoxanil (3, 16 et 24/6). Les S.A. épandues à cette occasion ont pu contribuer, partiellement, aux concentrations mesurées et aux dépôts observés. D'après les informations recueillies lors du recensement, il n'y a pas eu, dans la zone d'étude d'autres pulvérisations avec du cymoxanil en juillet (et en juin).

L'analyse des roses des vents des 4 périodes de prélèvements, tracées à partir des données (mesures toutes les 10 minutes) de la station météorologique de l'IRM à Ernage va permettre d'apporter d'autres éléments à l'interprétation des résultats obtenus (Figure 3.4).



Figure 3.4: Directions et vitesses moyennes des vents, mesurées à la station IRM d'Ernage, entre le 5 juillet et le 2 août 2018. Présentation des données par période de prélèvement. Localisation des sites.

Etant donné la disposition relative des sites (parcelle suivie et bâtiment du CRA-W avec les capteurs), pour que le cymoxanil épandu sur le champ de pommes de terre ait pu être collecté par les capteurs, il aurait fallu que le vent soit orienté de secteur SO à SSO (voire OSO). Ces conditions n'ont été remplies pleinement que durant la semaine 4. Pendant les semaines 2 et 3, quelques épisodes de vent favorable (O à SSO) se sont également manifestés. Cependant, les quantités de S.A. collectées sur les capteurs se sont révélées importantes et relativement constantes pendant toute la durée d'échantillonnage. On peut en conclure dès lors qu'il est très probable qu'une part, non négligeable, provienne de l'autre source de cymoxanil identifiée, c.-à-d. la seconde parcelle de pommes de terre. Certes, les traitements réalisés sur cette parcelle ont eu lieu plusieurs jours à quelques semaines avant la période de prélèvement. En se basant sur l'hypothèse de deux sources de cymoxanil, connues et localisées, et sur les données relatives à l'orientation du vent, il est possible de proposer une interprétation des résultats obtenus et de formuler des hypothèses de liens entre points d'émission et zone de collecte pour chaque période de prélèvement.

Interprétation des résultats

Semaine 1 : Compte tenu de la direction quasi constante du vent (secteur NNO), le cymoxanil collecté par les capteurs installés sur le toit du bâtiment du CRA-W provient très probablement de la parcelle située à 700 m au NO (Pdt bis).

Semaine 2 : Le vent étant majoritairement de secteur NNO mais aussi NNE et occasionnellement de secteur OSO, les quantités mesurées sur les échantillons proviennent sans doute majoritairement du champ 'Pdtbis'. Cependant, il est possible qu'une faible part vienne du champ suivi (P/E2).

Semaine 3 : Comme le vent a soufflé essentiellement du secteur NNO à NNE et occasionnellement du secteur O, le cymoxanil capté durant cette 3^e semaine du mois de juillet provient certainement à nouveau principalement du champ 'Pdt bis'. Les valeurs observées sont les plus faibles de la période totale de prélèvement.

Semaine 4 : Vu la direction du vent, variable mais majoritairement du secteur SO à SSO, il est probable que le cymoxanil capté par les collecteurs provienne en majorité du champ étudié (P/E2). Il est toutefois possible qu'une très faible part provienne toujours de l'autre parcelle.

La moyenne des concentrations mesurées dans l'air de cymoxanil durant le mois de juillet 2018 via la pompe installée sur le toit du hangar est de 0,48 ng/m³. Cette valeur est comparable aux valeurs obtenues dans EXPOPESTEN (ISSeP, 2018). Le Tableau 3.4 présente les concentrations mesurées, entre fin juin et début août 2015, à Gembloux où la station d'échantillonnage était placée sur une pelouse du campus de la faculté d'agronomie de ULiège et les moyennes des concentrations mesurées dans l'air ambiant sur les 12 stations d'échantillonnage réparties en Wallonie. Rappelons que, dans l'étude PROPULPPP, les concentrations ont été mesurées dans l'air au moment de l'application et durant le mois qui a suivi, via un échantillonneur placé au milieu des cultures et à proximité du champ traité étudié.

Tableau 3.4: Cymoxanil: concentrations mesurées à Gembloux et moyennes des concentrations mesurées en Wallonie par campagne d'échantillonnage entre le 25 juin et le 6 août 2015 (ISSeP, 2018)

<u>CYMOXANIL</u>	<u>Station de Gembloux</u>	<u>Wallonie (12 stations)</u>
Période	Concentration (ng/m ³)	Moyenne ± SD (ng/m ³)
25/6 – 9/7/15	0,42	0,37 ± 0,24
9/7 – 23/7/15	0,33	0,27 ± 0,24
23/7/ - 6/8/15	0,07	0,05 ± 0,01

Bien que durant la période de prélèvement, les vents dominants aient été peu souvent dirigés de la parcelle étudiée (P/E2) vers le site de mesure (bâtiment du CRA-W), les résultats obtenus sont instructifs.

En effet, ils semblent démontrer l'apport sur les émissions mesurées d'une source constituée par une parcelle différente à celle étudiée, traitée au cymoxanil près de deux semaines avant le début des mesures. En croisant la localisation de ce champ par rapport au site de mesure avec les données relatives à l'orientation du vent, il est possible de lier la présence de cymoxanil mesuré sur les capteurs à cet émetteur.

La dernière application de cymoxanil sur le champ 'Pdt bis' a eu lieu le 24 juin ; la campagne de mesure a quant à elle démarré une dizaine de jours après. La première semaine de prélèvement, la concentration mesurée dans l'air s'est révélée être de 0,48 ng/m³. Cette valeur est non négligeable, comparée à la concentration moyenne mesurée dans l'air ambiant sur une année (0,22 ± 0,21 ng/m³ ; projet EXPOPESTEN) et n'est, selon l'analyse de la direction des vents, imputable qu'à l'émission de S.A. épandues sur la parcelle 'Pdt bis'. La probabilité que le champ P/E2 soit l'émetteur du cymoxanil prélevé la première semaine est faible, le vent n'ayant jamais été de secteur SO. Il peut en être conclu que dans un rayon inférieur à 1 km, les quantités de S.A. toujours présentes dans l'air restent importantes 10 jours après la période d'épandage. La même interprétation peut être faite pour les résultats obtenus la 4^{ième} semaine de prélèvement, étant donné que pour cette période, il est très probable que le champ P/E2 constitue la source unique de cymoxanil. Ainsi, entre 21 et 28 jours après un épisode d'application, on note de nouveau, dans un rayon de maximum 1,5 km, des concentrations dans l'air de cymoxanil de l'ordre de 0,44 ng/m³.

La prise en compte de l'analyse de la direction des vents conduit à formuler l'hypothèse que les concentrations mesurées, les 2^{ième} et 3^{ième} semaines, proviennent des deux champs. Mais il n'est pas possible de déterminer dans quelle proportion.

Le taux d'humidité dans l'air et la température, entre autres, conditionnent aussi le temps de vie des gouttes (Chernyak, 1995 ; Holterman, 2003). Une hygrométrie élevée et une température basse de l'air permettent de conserver aux gouttes leur taille initiale. En conséquence, les gouttes sédimentent plus rapidement sur la cible. Ce qui améliore la qualité du dépôt de pulvérisation et l'efficacité du traitement. Lorsque la température augmente (et donc l'humidité relative diminue), les gouttes ont tendance à dessécher avec comme conséquence une diminution de leur diamètre. Les plus fines d'entre elles (< 50 µm) peuvent même totalement se volatiliser. *In fine*, la dérive aura tendance à augmenter. L'été 2018 a été exceptionnellement chaud (IRM, 2018). Ces conditions climatiques sont, sans doute, l'un des éléments ayant favorisé le transport des pesticides pulvérisés sur les parcelles étudiées sur de longues distances.

La dégradation atmosphérique, via la DT50 dans l'air, est aussi un facteur à prendre en compte dans le transport des pesticides sur de longues distances. Récemment, il a été montré que la durée de vie atmosphérique des pesticides est sous-estimée, estimation basée sur leur réactivité en phase gazeuse. Or, les pesticides semi-volatils s'adsorbent sur les particules atmosphériques. Ces pesticides peuvent, dès lors, être relativement persistants et transportés sur de longues distances (Socorro et al, 2016).

4 Conclusions

Ce volet avait pour objet l'étude de la dispersion à plus longue distance et à plus long terme des pesticides émis. Ainsi, des capteurs, actif et passif, ont été placés à plusieurs centaines de mètres du point d'émission et relevés toutes les semaines pendant un mois. Deux épandages distincts ont été suivis, en mai et en juillet.

Lors de la première phase, les vents se sont révélés majoritairement contraires (par rapport à la position relative du site de mesure et du champ traité). Ainsi, les S.A. captées, en relativement faible quantité, doivent provenir aussi d'autres sources. Le recensement des épandages dans la zone d'étude a de fait identifié plusieurs parcelles où les S.A. recherchées ont été épandues durant la période de prélèvement. Ces observations confirment le transport des pesticides bien au-delà des zones proches des champs traités.

Lors de la seconde phase, l'étude a porté sur une S.A. agréée pour une seule culture, permettant le lien entre le point d'émission et la collecte de la S.A. La quantité de S.A. mesurée dans l'air (vapeurs et aérosols) est élevée dans les jours et les semaines qui suivent l'application, à une distance de plusieurs centaines de mètres.

5 Bibliographie

Chernyak V., 1995. The kinetic theory of droplet evaporation. *Journal of aerosol science*, 26, 6, 873-885.

Holterman H.J., 2003. Kinetics and evaporation of water drops in air. Tech. Rep. 2003-12, IMAG.

IRM (2018) : Bilan climatologique saisonnier, été 2018, Institut Royal Météorologique, 7p. http://www.meteo.be/resources/climateReportWeb/bilan_climatologique_saisonnier_2018_S3.pdf

ISSeP (2018). EXPOPESTEN. Volet 1 : Campagne de mesures des concentrations dans l'air ambiant en Wallonie de mai 2015 à mai 2016. Volet 2 : Biomonitoring des pesticides dans des populations d'enfants vivant dans des zones d'expositions aux pesticides contrastées. Rapport n°01323/2018. 181p.

Socorro, J., A. Durand, B. Temime-Roussel, S. Gligorovski, H. Wortham, and E. Quivet. (2016). "The persistence of pesticides in atmospheric particulate phase: An emerging air quality issue." *Scientific Reports* 6:33456. doi: 10.1038/srep33456