



# TOXIFLORE

**Évaluation de la contamination par les pesticides des plantes ornementales attractives pour les abeilles en Région de Bruxelles-Capitale**

Rapport final (Novembre 2022)

Fabiana Esposito<sup>1</sup>, Hélène Hainaut<sup>1</sup>, Louis Hautier<sup>2</sup>, Gilles San Martin<sup>2</sup>, Gregor Claus<sup>3</sup>, Pieter Spanoghe<sup>3</sup>, Jean-Marc Molenberg<sup>1</sup> & Nicolas Vereecken<sup>1</sup>

**Suivi régional :** Julien Ruelle<sup>4</sup>, Henri Caulier<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Agroecology Lab, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine - CP 264/02 - Boulevard du Triomphe, ACC.2 – B-1050 Bruxelles.

<sup>2</sup> Unité Santé des plantes et forêts, Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W), Rue de Liroux, 9 – B-5030 Gembloux, Belgique.

<sup>3</sup> Department of Plants and crops, Universiteit Gent, Coupure links 653 - B-9000 Gent

<sup>4</sup> Service Développement de la Nature, Bruxelles Environnement, Avenue du Port, 86C/3000 - B-1000 Bruxelles, Belgique

**Eds. Resp. :** B. Dewulf & B. Willocx, Av. Du Port 86C/3000 – B-1000 Bruxelles, Belgique.

### Citation suggérée

Esposito, F., Hainaut, H., Hautier, L., San Martin, G., Claus, G., Spanoghe, P., Molenberg, J.-M., & Vereecken, N.J. (2022). *Toxiflore - Evaluation de la contamination par les pesticides des plantes ornementales attractives pour les abeilles en Région de Bruxelles-Capitale : Rapport final*. Bruxelles : Bruxelles Environnement.

**Contacts auteurs :** [nicolas.vereecken@ulb.ac.be](mailto:nicolas.vereecken@ulb.ac.be)

**Contact administration :** [nature@environnement.brussels](mailto:nature@environnement.brussels)



## Table des matières

Phase 1 – Étude en serres.....	4
1.1 Mise en œuvre pratique.....	4
Phase 2 – Étude directe de matériel végétal .....	13
2.1 Mise en œuvre pratique.....	13
2.2 Principaux résultats.....	13
Conclusions et recommandations .....	16

## Liste des tableaux

Tableau 1 - Origine et types des 97 échantillons prélevés lors de la phase 1 .....	5
Tableau 2 - Répartition des pesticides identifiés (phase 1) .....	10

## Liste des figures

Figure 1 - Dispositif expérimental installé au jardin Botanique Jean Massart (phase 1) .....	4
Figure 2 - <i>Osmia</i> spp. sur <i>Erica</i> sp. et <i>Muscari</i> sp. ....	5
Figure 3 - Echantillons de fleurs, feuilles et pollen .....	6
Figure 4 - Nombre moyen de substances actives par type d'échantillon.....	7
Figure 5 – distribution de la fréquence de détection de substances actives par type d'échantillon .....	7
Figure 6 - Associations de pesticides selon le type d'échantillon .....	8
Figure 7 - Regroupement hiérarchique (dendrogramme) des échantillons.....	9
Figure 8 - Visualisation de la fréquence de détection des substances actives par catégorie de pesticides (phase 1) .....	10
Figure 9 - Carte de chaleur (présence/absence) de substances actives par (type d') échantillon .....	11
Figure 10 – Analyse des co-occurrences .....	12
Figure 11 - Récolte d'échantillons dans les espaces verts bruxellois .....	13
Figure 12 – PLantes récoltées dans les espaces verts et jardinerie. ....	13
Figure 13 - Nombre de substances actives détectées par type d'échantillon et par provenance .....	14
Figure 14 - Substances actives détectées par type d'échantillon .....	14
Figure 15 - Visualisation de la fréquence de détection des substances actives par catégorie de pesticides (phase 2) .....	15



Depuis plusieurs années, les milieux associatif<sup>i</sup> et académique<sup>ii</sup> tirent la sonnette d'alarme sur la présence de résidus de pesticides dans les plantes ornementales vendues en jardinerie, dont beaucoup sont d'ailleurs plantées dans les jardins spécifiquement pour « aider les abeilles ».

Bruxelles Environnement a souhaité étudier la question sur le territoire bruxellois, via l'étude Toxiflore commandée en 2019 auprès de l'ULB.

Plus spécifiquement, le projet a visé à caractériser et à quantifier, à l'aide d'un dispositif innovant, les résidus de produits phytopharmaceutiques (fongicides, herbicides, insecticides) que l'on retrouve dans les feuilles, les fleurs et le pollen de deux espèces de plantes très populaires en jardinerie : les muscaris et les bruyères.

Le choix de ces plantes était motivé par leur popularité tant pour le grand public que pour les aménagements visant le fleurissement des espaces privés et publics, en ville comme à la campagne. Le réseau d'acteurs concernés est donc extrêmement large, tout comme la portée des résultats au vu de la fréquence et de l'abondance locale de ces plantes dans nos espaces verts.

L'étude a été complétée par des échantillons de plantes prélevés directement dans des espaces verts bruxellois, y compris d'autres espèces fréquemment employées (comme les lavandes).

## Phase 1 – Étude en serres

### 1.1 Mise en œuvre pratique

Dans un premier temps, quatre serres « *insect-proof* » (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ont été installées dans le jardin d'essais au Jardin Botanique Jean Massart le 18 février 2019, espace vert régional co-géré par l'ULB et Bruxelles Environnement.



FIGURE 1 - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL INSTALLÉ AU JARDIN BOTANIQUE JEAN MASSART (PHASE 1)

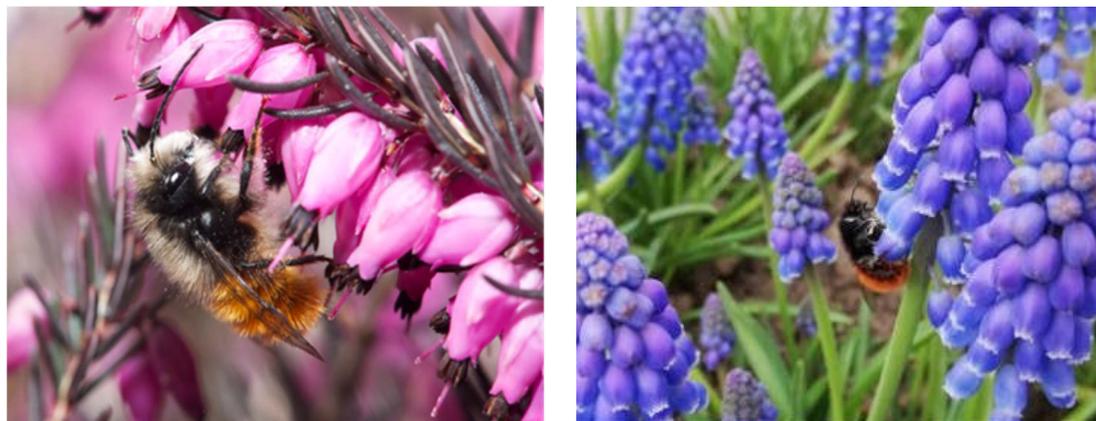
Il s'agissait de serres de 6x2 m composées d'une structure en aluminium et d'un textile à maille très fine hermétique aux insectes de la taille d'une abeille.

À l'intérieur étaient installés des hôtels à abeilles contenant des cocons d'osmies, et des rangées de plantes issues des mêmes jardineries.



Ces 4 serres ont été plantées de variétés commercialisées par 4 enseignes de la région bruxelloise et de sa périphérie, comprenant pépinières « conventionnelles », grande distribution ou pépinières « écologiques ».

Le choix des plantes cibles s'est porté sur deux espèces de plantes horticoles courantes dans le fleurissement urbain, tant chez les particuliers que dans les espaces verts publics, et donc commercialisées de manière large : la bruyère (*Erica* sp., Ericaceae) et le muscari à grappes (*Muscari* sp., Liliaceae). Ces espèces printanières sont vivaces, la première est à tendance buissonnante et la deuxième est une plante à bulbe ; toutes deux sont fréquentées par les osmies (*Osmia bicornis* et *O. cornuta*) (Figure 2).



**FIGURE 2 - OSMIA SPP. SUR ERICA SP. ET MUSCARI SP.**  
Plantes cibles choisies pour l'étude. Il s'agit de la bruyère (*Erica* sp., Ericaceae) et du muscari à grappes (*Muscari* sp., Liliaceae). © NJ Vereecken.

Parallèlement à cela, chaque serre s'est vue accueillir des nichoirs de type « hôtels à insectes » pré-chargés pendant l'hiver de cocons d'osmies. L'objectif de ce dispositif expérimental innovant était de pouvoir récolter les feuilles, les fleurs et le pollen des plantes-cibles, ce dernier étant directement récolté et « concentré » dans les tubes des hôtels à insectes grâce aux abeilles sauvages.

## 1.2 Principaux résultats

Des échantillons de fleurs et feuilles ont été prélevés directement sur les plantes, tandis que le pollen a été prélevé dans les cellules larvaires des osmies (Figure 3). Au total, 97 échantillons ont pu être analysés, avec toutefois une représentation très réduite de la pépinière « écologique » pour laquelle les bruyères n'ont pas fleuri en suffisance.

**TABLEAU 1 - ORIGINE ET TYPES DES 97 ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS LORS DE LA PHASE 1**

Origin	<i>Muscari</i>		<i>Erica</i>		Pollen
	Leaves 🍃	Flowers 🌸	Leaves 🍃	Flowers 🌸	
Pépinière péri-urbaine écologique (ECO)	5	5	5	0	1
Pépinière urbaine (PDB)	7	7	7	6	5
Jardinerie urbaine (GDK)	4	5	5	5	5
Jardinerie urbaine 2 (BRI)	5	5	5	5	5

Les analyses de résidus de pesticides sur les 3 matrices analysées (feuilles, fleurs, pollen) des deux espèces de plantes ornementales ont été réalisées selon la méthode QuEChERS en collaboration avec l'équipe du Pr Pieter Spanoghe (*Faculty of Bioscience Engineering, UGent*).



FIGURE 3 - ECHANTILLONS DE FLEURS, FEUILLES ET POLLEN

Parmi les principaux résultats (Tableau 2 et Figure 8), il faut retenir plus particulièrement les suivants :

- **100% des 97 échantillons analysés contenaient au moins un résidu de pesticide**, et on retrouve en moyenne 3 à 5 pesticides différents par type d'échantillon (Figure 4), ce qui suggère la possibilité d'effets « cocktails » ;
- Les feuilles de bruyères, et les parties végétatives du muscari (feuilles + fleurs) contenaient jusqu'à 8 substances actives différentes (Figure 5) ;
- **28 substances actives différentes ont été détectées dans l'ensemble des échantillons**, parmi lesquelles **sept étaient interdites d'utilisation et de commercialisation en Europe pendant la période de l'étude** : Carbendazim depuis 2009 ; Atrazine depuis 2003 ; Tebuthiuron depuis 2002 ; Carbofuran depuis 2008 ; **Iprodione** depuis fin 2017 ; **Propiconazole** et Methiocarb depuis 2019.

Depuis, d'autres substances ont été interdites : **Fenpropimorph** depuis mi-2019 ; **Thiacloprid** (néonicotinoïde) depuis 2020 ; **Thiophanate methyl** depuis fin 2020 ; **Prochloraz** depuis 2022.

- Cinq pesticides, parmi lesquels trois fongicides (Carbendazim, Pyraclostrobine & Boscalid), un herbicide (Clopyralid) et un insecticide (Tebufenozide) constituent plus de 50 % des résidus détectés ;
- Le Carbendazim en particulier est un fongicide largement utilisé, systémique (qui pénètre tous les tissus des plantes, qui n'est plus autorisé en Europe depuis 2009 et qui est modérément toxique vis-à-vis des abeilles (Lewis *et al.*, 2016) ;
- L'**Atrazine** est probablement issue du traitement des tiges de bambou employées dans les hôtels à abeilles ; elle n'a jamais été trouvée dans les échantillons de matériel végétal frais. Des recherches complémentaires seraient utiles.
- Les associations de pesticides sont différentes entre les deux plantes cibles, même si l'on observe aussi des différences entre les patrons de résidus détectés sur les feuilles vs. les fleurs vs. le pollen (Figure 6). Certaines substances tendent à se retrouver plus fréquemment associées, probablement en lien avec les pratiques culturales, ce qui permettrait d'analyser des « effets cocktails » statistiquement plus probables.
- La similarité des profils de résidus entre le muscari et le pollen suggère que ce dernier était essentiellement composé de pollen collecté sur les fleurs de muscari. Les résultats sont concordants avec le cas d'une des serres où les bruyères n'ont pas fleuri et où seul du pollen de muscari a pu être récolté (Figure 7).
- Les associations de substances diffèrent selon les fournisseurs. La jardinerie écologique étudiée présentait moins de pesticides, mais n'en était pas dépourvue (probablement *via* les bulbes mis en culture).

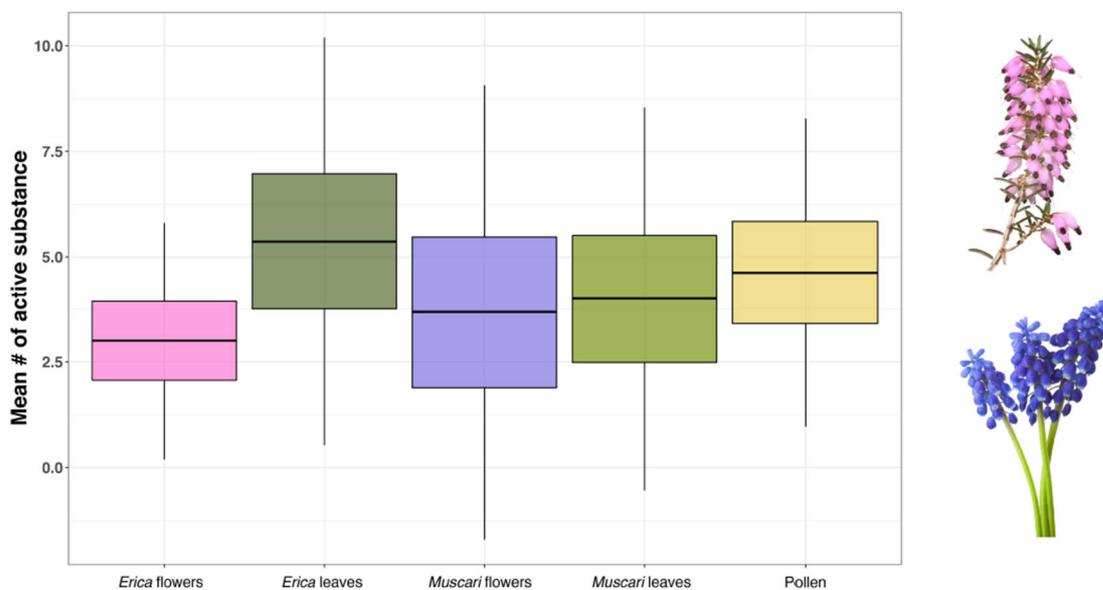


FIGURE 4 - NOMBRE MOYEN DE SUBSTANCES ACTIVES PAR TYPE D'ÉCHANTILLON

Le nombre moyen de substances actives détectées (+- écart type) par type et nombre (n) d'échantillons s'établit comme suit : fleurs d'Erica ( $3.0 \pm 0.935$ , n=16), feuilles d'Erica ( $5.363 \pm 1.611$ , n=22), fleurs de Muscari ( $3.682 \pm 1.793$ , n=22), feuilles de Muscari ( $4.0 \pm 1.512$ , n=21) et Pollen ( $4.625 \pm 1.218$ , n=16).

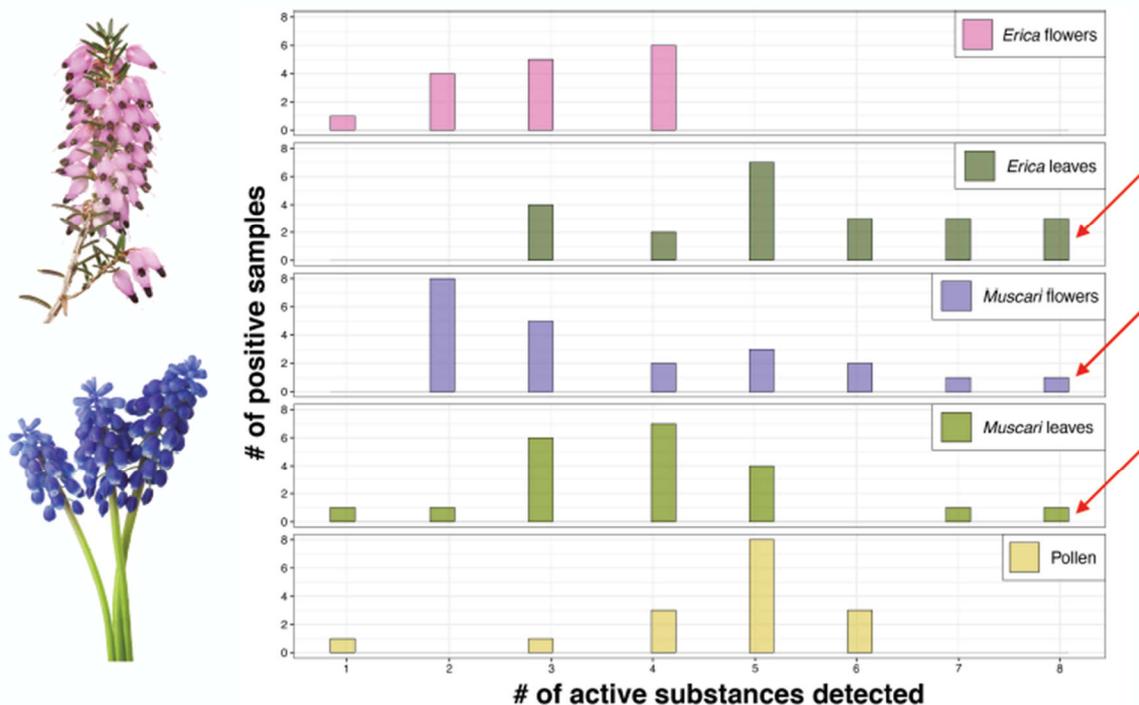
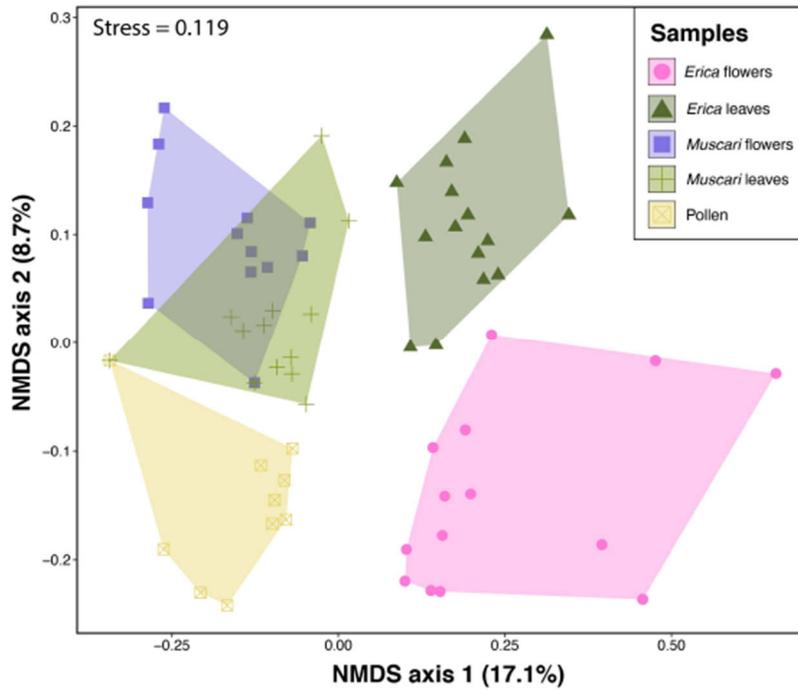


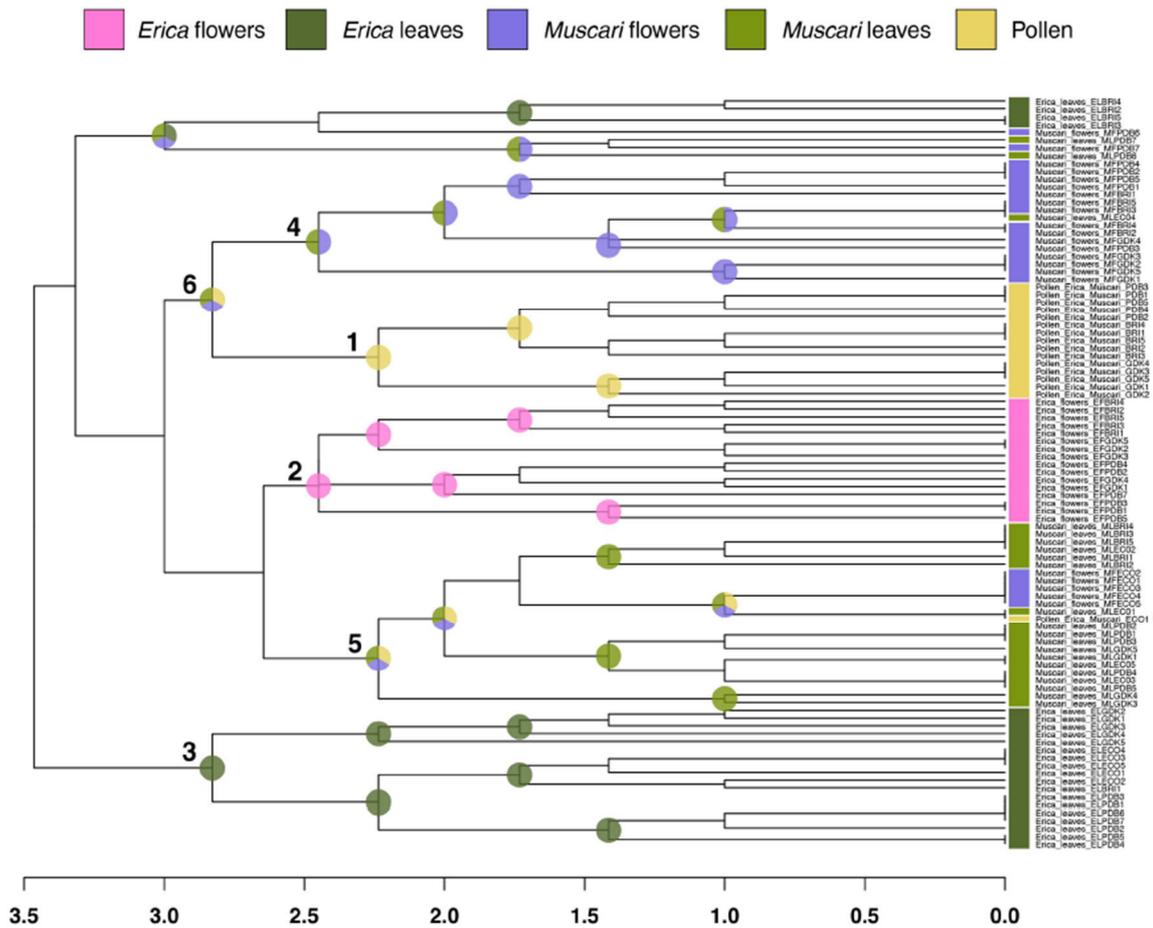
FIGURE 5 – DISTRIBUTION DE LA FRÉQUENCE DE DÉTECTION DE SUBSTANCES ACTIVES PAR TYPE D'ÉCHANTILLON

Le graphique illustre la distribution des échantillons positifs selon le type de matrice et par nombre de substances différentes détectées. Le nombre maximum de substances actives était de 8 pour les feuilles de bruyère (*Erica leaves*), ainsi que les feuilles et fleurs de muscari (*Muscari leaves + flowers*).



**FIGURE 6 - ASSOCIATIONS DE PESTICIDES SELON LE TYPE D'ÉCHANTILLON**

Une analyse multivariée de positionnement multidimensionnel non-métrique (*non-metric multidimensional scaling*, ou NMDS) démontre (i) différentes associations de résidus de pesticides entre les fleurs et feuilles de bruyère (clusters distincts), au contraire d'associations similaires entre feuilles et fleurs de muscari (clusters superposés), et (ii) une plus grande similarité du pollen et des échantillons de muscari.



**FIGURE 7 - REGROUPEMENT HIÉRARCHIQUE (DENDROGRAMME) DES ÉCHANTILLONS**

Le regroupement hiérarchique aide à préciser les similarités de profils de résidus entre les différents échantillons. Les nœuds « purs » (i.e. le regroupement porte sur échantillons issus des mêmes matrices) sont les nœuds 1 (pollen), 2 (fleurs de bruyères) et 3 (feuilles de bruyères). Les nœuds mixtes (i.e. regroupements d'échantillons issus de matrices différentes) sont les nœuds 4 (fleurs et feuilles de Muscari), 5 et 6 (pollen, Feuilles et fleurs de Muscari).

Seul un échantillon marqué d'un astérisque rouge est classé hors du groupe des échantillons de pollen. Il se rapproche plus spécifiquement des échantillons de fleurs de muscari issus de la même serre (même « pépinière écologique ») où les bruyères n'ont quant à elles pas suffisamment fleuri. Les résultats sont cohérents avec l'analyse NMDS () et illustrent des assemblages de substances différents selon les plantes traitées.

TABLEAU 2 - RÉPARTITION DES PESTICIDES IDENTIFIÉS (PHASE 1)

Les substances actives interdites lors de la phase d'étude sont précédées d'un astérisque rouge ; celles qui ont été interdites entre la phase d'étude et la présente publication sont précédées par un astérisque violet.

	Name	Group	rank	abundance	proportion
*	Carbendazim	Fongicide	1	70	17.3
	Pyraclostrobine	Fongicide	3	27	6.7
	Boscalid	Fongicide	5	25	6.2
	Metaxyl	Fongicide	6	22	5.4
	Azoxystrobine	Fongicide	8	20	4.9
*	Thiophanate methyl	Fongicide	9	19	4.7
	Tebuconazole	Fongicide	11	13	3.2
	Difenoconazole	Fongicide	14	11	2.7
*	Prochloraz	Fongicide	17	8	2
*	Iprodione	Fongicide	19	5	1.2
*	Propiconazole	Fongicide	24	2	0.5
	Trifloxystrobine	Fongicide	25	1	0.2
*	Fenpropimorf	Fongicide	26	1	0.2
	Cyprodinil	Fongicide	28	1	0.2
	Clopyralid	Herbicide	2	59	14.6
	Terbuthylazine	Herbicide	7	22	5.4
*	Atrazine	Herbicide	10	15	3.7
	Chlorotoluron	Herbicide	12	12	3
*	Tebuthiuron	Herbicide	13	11	2.7
	Metribuzin	Herbicide	15	9	2.2
	Prosulfocarb	Herbicide	22	2	0.5
	Tebufozide	Insecticide	4	26	6.4
*	Carbofuran	Insecticide	16	9	2.2
	Pirimiphos methyl	Insecticide	18	5	1.2
*	Thiacloprid	Insecticide	20	4	1
	Pirimicarb	Insecticide	21	3	0.7
	Methoxyfenozide	Insecticide	23	2	0.5
*	Methiocarb	Insecticide	27	1	0.2

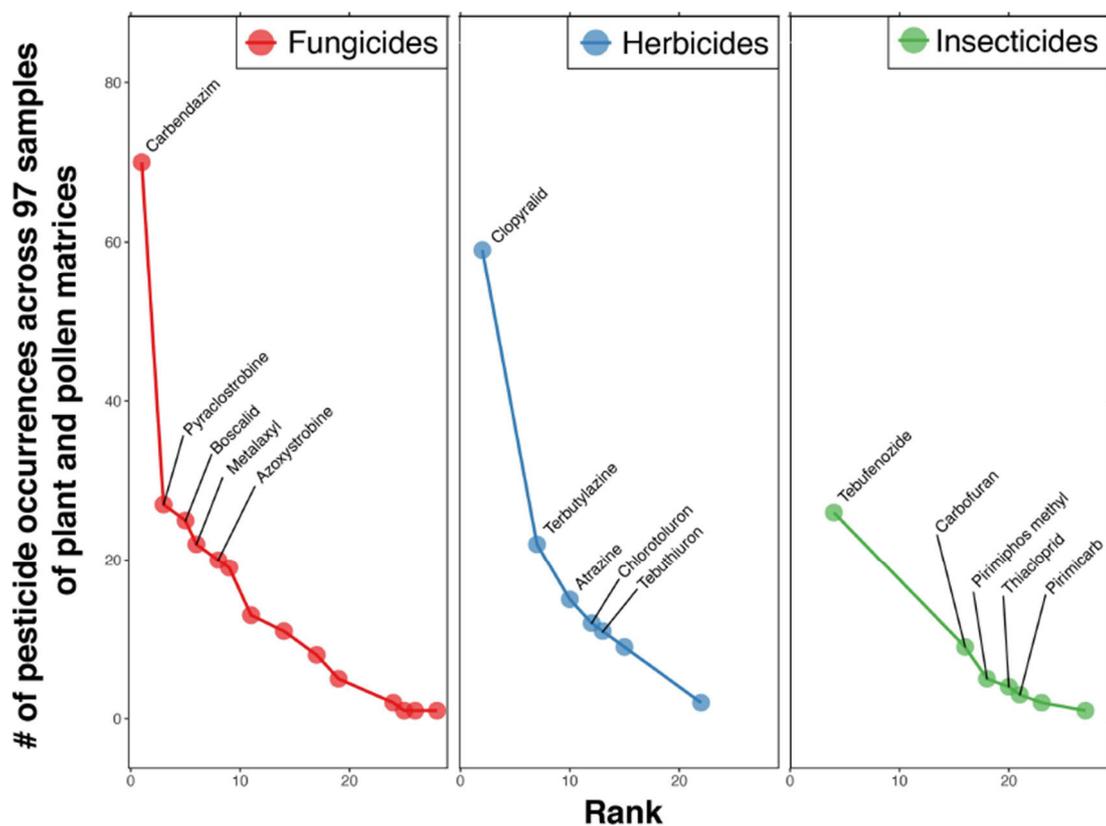
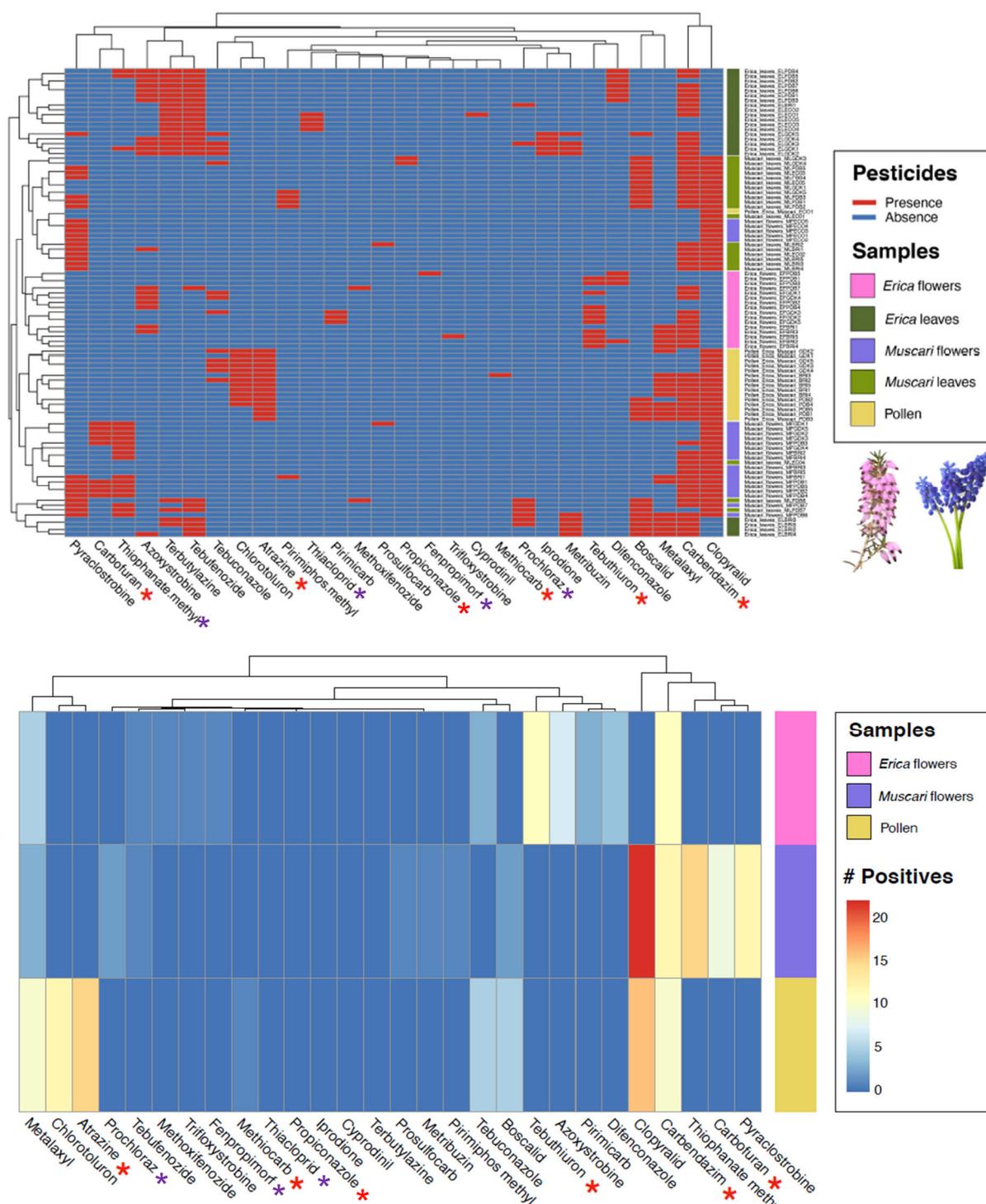


FIGURE 8 - VISUALISATION DE LA FRÉQUENCE DE DÉTECTION DES SUBSTANCES ACTIVES PAR CATÉGORIE DE PESTICIDES (PHASE 1)





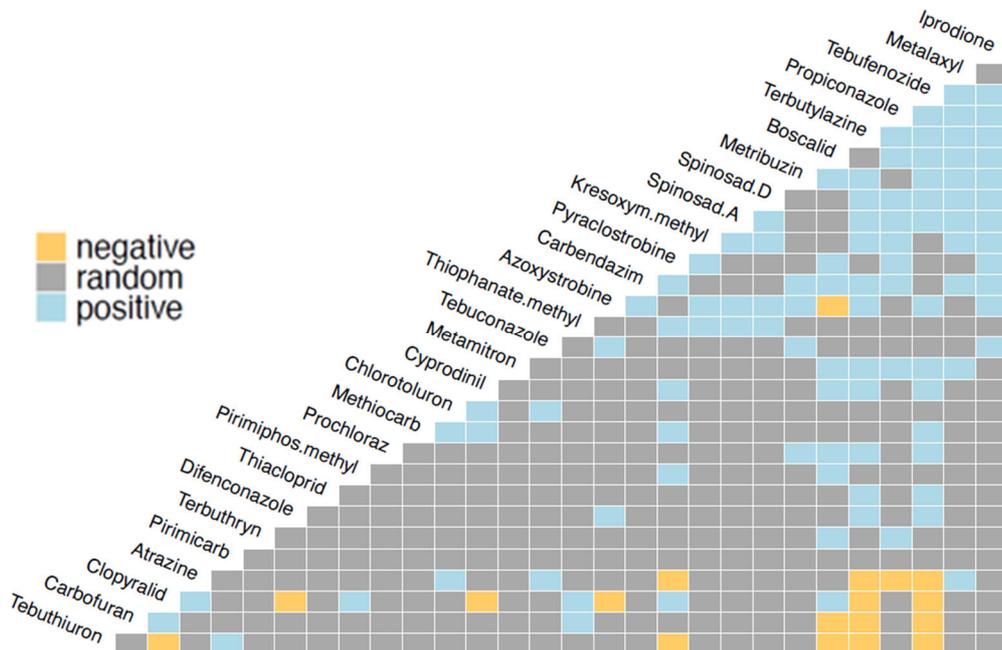
**FIGURE 9 - CARTE DE CHALEUR (PRÉSENCE/ABSENCE) DE SUBSTANCES ACTIVES PAR (TYPE D'ÉCHANTILLON)**

La visualisation sous forme de « carte de chaleur » des substances détectées ou non par type d'échantillon permet d'identifier des associations de substances, y compris de substances interdites. Les substances actives interdites au moment de la phase d'étude sont précédées d'un astérisque rouge ; celles qui ont été interdites entre la phase d'étude et la présente publication sont précédées par un astérisque violet.

On constate ainsi que le methiocarb n'a été détecté que dans un seul échantillon. A contrario, le carbendazime a été détecté dans toutes les matrices étudiées, sauf dans les échantillons issus de certains fournisseurs (pépinière écologique et pépinière urbaine). Le carbofuran a été retrouvé dans une majorité d'échantillons de fleurs de muscari issus de certains fournisseurs (pépinière urbaine et périurbaine). L'atrazine est retrouvée uniquement dans le pollen est pourrait provenir des tiges de bambou du nichoir. En synthèse, on remarque des patterns variables selon (i) l'espèce (botanique), (ii) la matrice (fleurs, feuilles, pollen), et (iii) le fournisseur.



A.



B.

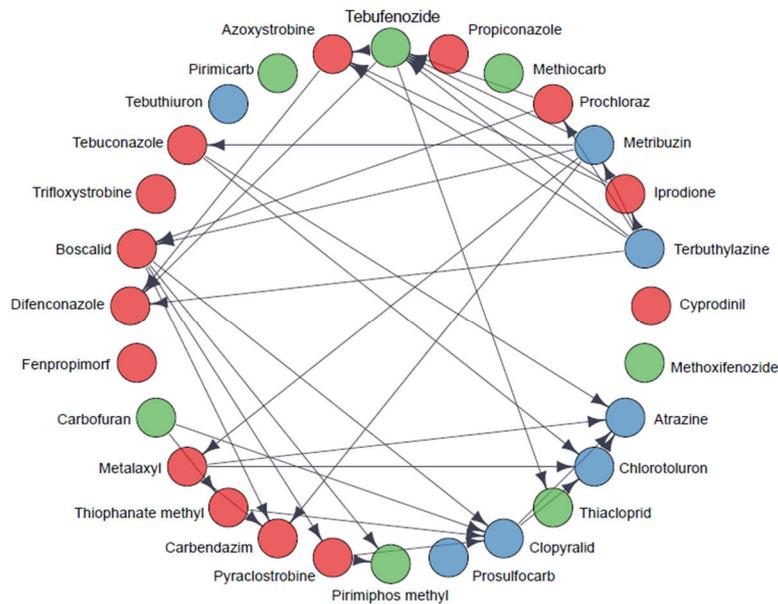


FIGURE 10 – ANALYSE DES CO-OCCURRENCES

[A] L'analyse des co-occurrences des 97 échantillons et 28 substances actives (4000 paires analysées) révèle que 19,4 % des interactions ne sont pas aléatoires, ce qui signifie que certaines substances sont statistiquement plus souvent associées (cases bleues) ou mutuellement exclues (cases orange) : on le retrouve plus souvent ou moins souvent ensemble que ce que l'on retrouverait par l'effet du hasard. En s'intéressant à 36 (des 60) associations positives [B], on peut illustrer de possibles « effets cocktails » issus d'interactions complexes entre les substances employées par la filière de production horticole.



## Phase 2 – Étude directe de matériel végétal

### 2.1 Mise en œuvre pratique

Une **seconde phase** de l'étude s'est portée sur l'analyse de *matériel végétal* issu d'espaces verts (Figure 11) et de *jardineries*, cette fois sans l'entremise des osmies (i.e. uniquement sur feuilles et fleurs).

Cette phase a permis d'étendre la palette végétale étudiée en se focalisant, **outre les muscaris et bruyères également récoltés en situation réelle**, sur des campanules (*Campanula* sp., Campanulaceae), cosmos (*Cosmos* sp., Asteraceae), géraniums (*Geranium* sp., Geraniaceae), lavandes (*Lavandula* sp., Lamiaceae) et lupins (*Lupinus* sp., Fabaceae) (Figure 12).



FIGURE 11 - RÉCOLTE D'ÉCHANTILLONS DANS LES ESPACES VERTS BRUXELLOIS



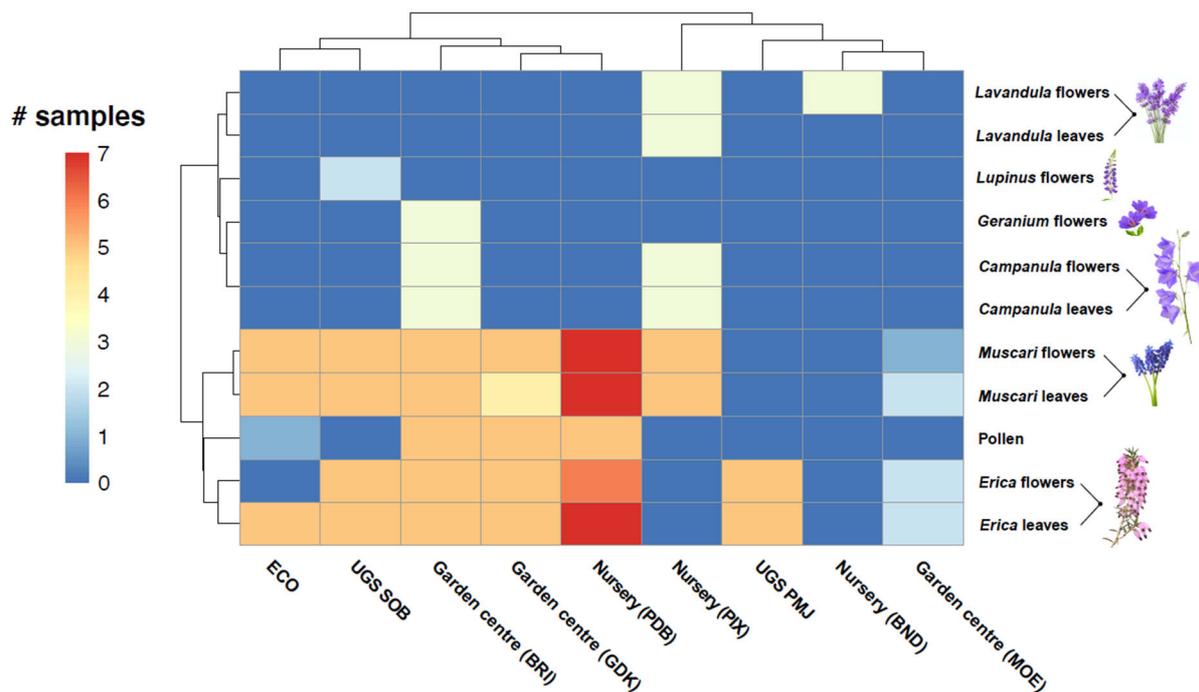
FIGURE 12 – PLANTES RÉCOLTÉES DANS LES ESPACES VERTS ET JARDINERIES.

### 2.2 Principaux résultats

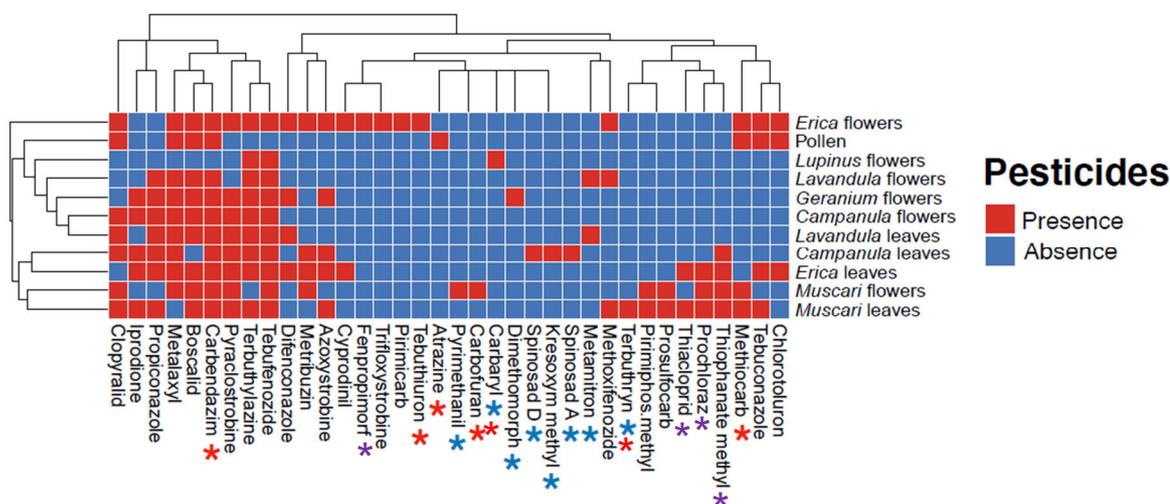
Dans cette seconde phase, **36 substances actives ont été identifiées parmi les 170 échantillons récoltés**. On y retrouve notamment deux substances interdites de plus qu'en phase 1, le Carbaryl (interdit depuis 2007) et le Terbutryn (interdit depuis 2009).

On y retrouve également le Spinosad A et D (insecticide autorisé en agriculture biologique, mais néanmoins toxique pour les abeilles), le Dimethomorph, le Kresoxym methyl, le Metamitron et le Pymethanil.

L'étude a mis en évidence des associations de résidus contrastées, notamment des différences dans le nombre et la nature des substances actives par type d'échantillon.



**FIGURE 13 - NOMBRE DE SUBSTANCES ACTIVES DÉTECTÉES PAR TYPE D'ÉCHANTILLON ET PAR PROVENANCE**  
 La visualisation sous forme de carte de chaleur du nombre de substances actives par type d'échantillon et par provenance illustre l'omniprésence de résidus, tant en pépinière que dans les espaces verts où ces plantes sont installées.



**FIGURE 14 - SUBSTANCES ACTIVES DÉTECTÉES PAR TYPE D'ÉCHANTILLON**  
 Le classement des échantillons s'établit comme suit : fleurs de lupins (n=3), fleurs de lavandes (n=8), pollen (n=8), fleurs de campanules (n=9), feuilles de lavandes (n=10), fleurs de géraniums (n=11), feuilles de campanules (n=14), fleurs de muscaris (n=14), feuilles de bruyères (n=17), feuilles de muscaris (n=18) et fleurs de bruyères (n=19).

Les astérisques rouges indiquent les substances interdites d'utilisation en Europe lors de la phase d'étude. Les bleus indiquent les substances retrouvées uniquement en phase 2 de l'étude. Les astérisques violets identifient les substances interdites entre la phase d'étude et la publication.

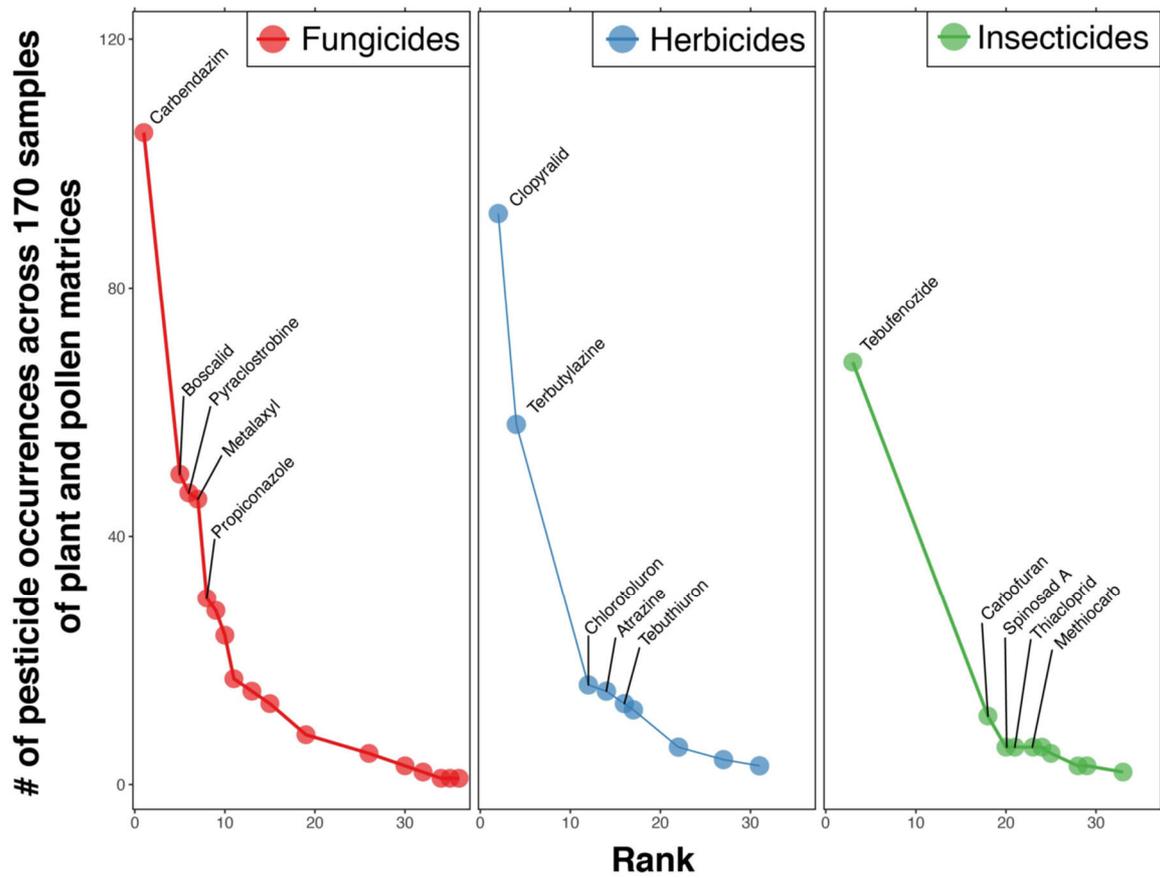


FIGURE 15 - VISUALISATION DE LA FRÉQUENCE DE DÉTECTION DES SUBSTANCES ACTIVES PAR CATÉGORIE DE PESTICIDES (PHASE 2)

## Conclusions et recommandations

Ces analyses ont permis de mettre en évidence un **large spectre de pesticides associés aux feuilles, aux fleurs et au pollen de plusieurs espèces de plantes ornementales** populaires dans nos régions, largement commercialisées – y compris dans la grande distribution – et réputées attractives pour les abeilles, donc potentiellement achetées et plantées dans le but de les “aider”.

Ces résultats sont inquiétants à plus d'un titre :

- ils confirment d'autres études internationales sur l'association étroite entre les plantes horticoles et une diversité de pesticides, y compris de grandes quantités de fongicides qui peuvent aussi affecter le microbiome des abeilles et autres pollinisateurs ;
- ils montrent que de nombreuses substances interdites au niveau européen se retrouvent encore régulièrement dans les plantes commercialisées ;
- ils suggèrent que les plantes horticoles installées dans nos espaces verts constituent potentiellement une source importante d'exposition des insectes pollinisateurs, en particulier des abeilles, à des cocktails de pesticides dont la toxicité est déjà démontrée par ailleurs ;
- ils démontrent que les plantes achetées dans des jardinerie “écologiques” sont moins chargées en pesticides, même si elles n'en sont pas totalement dépourvues;

D'un point de vue stratégique, ces résultats appellent à l'étude de la structure des réseaux de fournisseurs de plantes horticoles en Belgique et au-delà de nos frontières, pour identifier ceux qui pratiquent les modes de production plus respectueux de l'environnement. Les distributeurs (pépinières, jardinerie, magasins de bricolages, vendeurs ambulants sur les marchés, grande distribution...) se fournissent vraisemblablement auprès d'une constellation opaque de fournisseurs et de producteurs.

L'étude renforce ainsi l'idée du redéploiement de filières et pépinières de plantes horticoles biologiques qui relocaliseraient la production tout en la débarrassant de l'usage de produits phytopharmaceutiques ; au-delà de ce seul aspect, la production locale de plantes indigènes présente bien-sûr d'autres intérêts non abordés ici.

Enfin, nos résultats questionnent plus largement le cadre législatif européen (et surtout sa mise en œuvre concrète). Nombre de substances interdites depuis plus de 20 ans parfois se retrouvent manifestement encore dans les productions horticoles. Ils invitent donc à mettre en place des limites maximales de résidus (LMR) de pesticides sur les cultures ornementales, à l'instar de ce qui existe en cultures destinées à la consommation humaine, et à renforcer les contrôles en la matière.



---

<sup>i</sup> Reuter, W. (2014). *Pesticides dans les plantes ornementales, échantillons en vente au Luxembourg : évaluation des données analytiques pour Greenpeace.*

<sup>ii</sup> Lentola, A., David, A., Abdul-Sada, A., Tapparo, A., Goulson, D., & Hill, E.M. (2017). Ornamental plants on sale to the public are a significant source of pesticide residues with implications for the health of pollinating insects. *Environmental pollution*, 228. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.03.084



INFO



bruxelles  
environnement  
.brussels 

02 775 75 75

[WWW.ENVIRONNEMENT.BRUSSELS](http://WWW.ENVIRONNEMENT.BRUSSELS)