

Utilisation des produits phytosanitaires en Suisse de 2009 à 2012

Laura de Baan¹, Simon Spycher^{1,2} et Otto Daniel¹

¹Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 8820 Wädenswil, Suisse

²Ö+L GmbH, Hof Litzibuch, 8966 Oberwil-Lieli, Suisse

Renseignements: Laura de Baan, e-mail: laura.debaan@agroscope.admin.ch



La fréquence, la quantité et le choix des produits phytosanitaires utilisés dépendent fortement de la culture mais varient peu au cours des années.

Introduction

Les produits phytosanitaires (PPS) contribuent à assurer le rendement et la qualité des cultures, mais ils ont des effets secondaires indésirables sur l'environnement. Pour réduire au minimum les incidences des PPS sur l'environnement, il est important d'avoir une bonne connaissance de l'usage qui en est fait. Des investigations antérieures conduites en Suisse (Keller *et al.* 2005; Dugon *et al.* 2010) ont porté sur des études locales de l'utilisation des PPS. Il manquait une vision de l'ensemble de la Suisse comprenant si possible toutes les régions et toutes les cultures. Dans le cadre du monitoring de l'environnement agricole suisse, différents indicateurs agro-environnementaux (IAE) sont relevés chaque année; l'utilisation des

PPS en fait partie. La présente publication reflète l'utilisation des PPS en Suisse de 2009 à 2012. Elle décrit la base de données, mentionne ses lacunes et présente les résultats obtenus à propos de l'utilisation pratique des PPS dans les différentes cultures de 2009 à 2012. On a mis en évidence la fréquence des applications principales sur les différentes cultures, les quantités utilisées et le choix des PPS, ainsi que les variations annuelles.

Matériel et méthodes

La base de données est constituée des enregistrements consignés dans les carnets des champs des agriculteurs qui se sont déclarés prêts à participer à ce monitoring environnemental; ils ont été indemnisés pour le supplé-

ment de travail. Les exploitants notent par année, pour chaque parcelle de chaque culture, toute application de PPS en précisant le produit choisi, la dose utilisée et la date. A partir de ces données (désignées plus loin par données IAE) trois chiffres-clés ont été calculés. Le choix de ces chiffres-clés a été discuté en détail par Spycher et Daniel (2013).

- A) «Nombre d'interventions» renseigne sur la fréquence des applications de PPS sur les cultures. On calcule, pour chaque parcelle, le nombre d'applications de PPS par année. Dans la mise en valeur par groupe de matières actives, les mélanges de produits correspondant à des groupes de matières actives différents sont comptés séparément: un passage avec un mélange de fongicides et d'insecticides est considéré comme deux interventions. Pour calculer le nombre moyen d'interventions, on prend en compte les parcelles traitées et celles non traitées.
- B) «Quantité de matière active» indique les quantités de matières actives par hectare appliquées sur chaque parcelle par année. Il est tenu compte des parcelles non traitées pour le calcul des quantités moyennes de matières actives.
- C) «Classement des matières actives» renseigne sur les matières actives les plus utilisées. On calcule, pour chaque groupe de cultures, la part de chacune sur l'ensemble des applications d'un groupe de matières actives (p. ex. les fongicides).

Tous les chiffres-clés diffèrent beaucoup d'une culture à l'autre; pour cette raison, ils ont été déterminés pour chaque culture séparément. Comme il y avait trop peu d'exploitations biologiques dans la base de données, on n'a pas pu les valoriser séparément et, par conséquent, elles ont été exclues de la présente analyse. Il n'a pas été tenu compte des produits de traitement des semences, du désherbage mécanique, de l'utilisation d'auxiliaires (p. ex. les trichogrammes) ou de la technique de confusion (p. ex. avec les isomates).

Caractérisation et représentativité des données IAE

Pendant les quatre années concernées, soit de 2009 à 2012, les données de 279 à 307 exploitations ont pu être mises en valeur. Chaque année, 10 à 14 % des exploitations participant à l'enquête ont été remplacées par d'autres. 214 à 230 exploitations utilisent des PPS, les autres ne pratiquent pas la production végétale. La figure 1 illustre la répartition des exploitations en Suisse pour l'année 2012, avec le nombre de parcelles et de groupes de cultures recensées. Les régions du pays où il y a prépondérance de grandes cultures, de cultures fruitières ou de vignobles, comme par exemple Genève, le

Résumé ■ L'utilisation de produits phytosanitaires (PPS) en Suisse est recensée depuis 2009 d'après les enregistrements faits par quelque 300 exploitants dans leur carnet des champs. A partir de cette base de données, on calcule la fréquence des utilisations, les quantités utilisées et les PPS choisis. Au cours de la période de l'étude, de 2009 à 2012, il a été utilisé plus de PPS et plus fréquemment en cultures fruitières, sur vigne, pomme de terre et betterave sucrière que sur maïs, blé et colza. Il existe donc de grandes différences dans l'utilisation de PPS selon les cultures. Dans de nombreuses cultures, les fongicides dominant mais les matières actives utilisées diffèrent d'une culture à l'autre. Durant les quatre années étudiées, le choix des matières actives principales pour chaque culture concernée a peu évolué. Les insecticides en cultures de colza font cependant exception; on utilise moins de pyréthriinoïdes à cause des problèmes de résistance. On constate une grande variabilité dans l'utilisation de PPS sur différentes parcelles d'une même culture. Des recherches plus approfondies sur les causes de cette variabilité pourraient mettre en évidence des stratégies de réduction des applications de PPS. Parallèlement à la présentation des chiffres-clés se rapportant à l'utilisation des PPS, le développement d'un indicateur qui tient compte de l'écotoxicité et de la dégradabilité des matières actives utilisées pour quantifier l'impact de leur utilisation sur l'environnement est en cours.

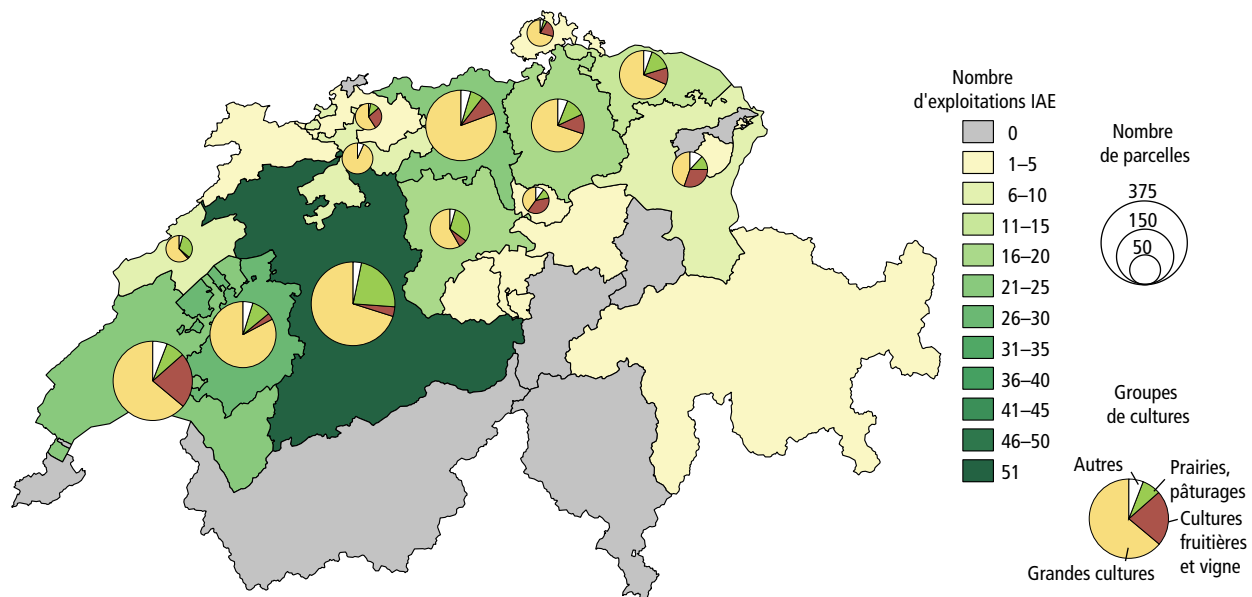


Figure 1 | Provenance des données IAE. Nombre d'exploitations IAE utilisant des PPS et nombre de parcelles traitées pour chaque groupe de cultures en 2012. Ne figurent que les cantons ayant plus de 30 parcelles.

Valais ou le Tessin, n'apparaissent pas dans le réseau d'exploitations de la présente étude.

Le réseau des exploitations IAE couvre une surface de 2599 à 2875 ha, ce qui représente environ 1 % de la surface agricole suisse (sans les prairies et les pâturages). La proportion des différents groupes de cultures dans le réseau correspond à peu près à la répartition des surfaces dans l'ensemble de la zone agricole du pays; toutefois, la vigne et les légumes de plein champ sont plutôt sous-représentés. Les nombres de parcelles avec et sans utilisation de PPS sont répertoriés par groupes de cultures dans le tableau 1. Pour les mises en valeur, les groupes de cultures comportant moins de 30 parcelles par année n'ont pas été pris en considération (marqués en bleu clair dans le tableau), la base de données ayant été considérée comme pas assez sûre (Spycher & Daniel 2013). Des groupes de cultures très hétérogènes fournissant peu de données ont aussi été exclus, ne permettant pas d'étayer une évaluation crédible de l'utilisation moyenne des PPS.

Résultats

Nombre d'interventions

Le nombre moyen d'interventions (donc de passages) par année diffère beaucoup d'un groupe de cultures à l'autre (fig. 2). C'est dans les cultures fruitières à pépins que l'on compte le plus d'interventions (environ 20 par année), suivies de la vigne (environ 10), de la pomme de terre (environ 9), des fruits à noyau et de la betterave sucrière (environ 6). Dans le blé et l'orge d'automne

(sans extenso), on compte en moyenne 4 interventions par année. Le nombre d'interventions sur colza se situe autour de 5 et 1 à 2 sur les protéagineux, les autres céréales et le maïs. Il n'y a pratiquement aucune intervention avec des PPS sur prairie et pâturage (0,06 intervention par année en moyenne; pour cette raison, pas de mention à la fig. 2). Dans certains cas, la fréquence des applications de PPS varie beaucoup entre les parcelles d'une même culture. Cela concerne tout particulièrement les fruits à pépins (1^{er} quartile: 11 interventions; 3^e quartile: 22 interventions), les fruits à noyau (0; 9), la vigne (8; 13) ainsi que la pomme de terre (6; 10). Dans les autres cultures, le nombre des interventions varie peu, soit 0–2 interventions entre le 1^{er} et le 3^e quartile.

Dans les cultures avec un nombre d'interventions élevé, ce sont avant tout des fongicides qui sont appliqués (fig. 2). En cultures de betterave sucrière, de protéagineux, de céréales secondaires et de maïs, ce sont les herbicides qui dominent, tandis que sur colza, ce sont les insecticides. Les régulateurs de croissance sont appliqués principalement sur les céréales d'automne. Sur blé et orge d'automne extenso, on ne compte en moyenne qu'une seule application d'herbicide par an (pas représenté dans la fig. 2). L'application d'autres groupes de matières actives n'est pas autorisée en cultures extenso. Au cours des quatre ans d'investigations, l'image globale montrant quels groupes de matières actives sont appliqués sur quelles cultures et à quelle fréquence est restée assez constante. Un nombre d'interventions nettement réduit a cependant été constaté au niveau des

Tableau 1 | Nombre de parcelles dans les données IAE par groupes de cultures et par année, avec ou sans applications de PPS. Les lignes marquées en bleu clair signalent une quantité de données trop faible (< 30) ou bien le groupe était trop hétérogène pour être inclus dans la mise en valeur

Groupe de cultures	2009		2010		2011		2012	
	avec PPS	sans PPS	avec PPS	sans PPS	avec PPS	sans PPS	avec PPS	sans PPS
Cultures fruitières et vigne								
Fruits à pépins (pommes, poires)	72	6	82	6	74	8	55	6
Fruits à noyau (cerises, prunes, abricots)	36	3	28	22	31	14	31	7
Arbres à haute tige	10	5	9	12	28	50	41	33
Vignes	117	9	125	5	123	7	110	7
Grandes cultures								
Blé d'automne	223	0	216	0	161	0	169	0
Blé d'automne extenso	267	43	259	32	254	38	251	42
Orge d'automne	91	0	77	0	74	0	65	0
Orge d'automne extenso	80	14	64	18	72	17	66	21
Autres céréales (blé et orge de printemps, avoine, épeautre, seigle, triticales)	118	29	135	25	152	31	127	26
Maïs (grain et ensilage)	337	49	297	54	282	65	297	51
Colza	121	0	115	0	102	0	119	0
Colza extenso	26	1	23	5	20	6	23	1
Pomme de terre	120	9	147	13	133	15	126	7
Betterave sucrière	99	0	86	1	101	1	86	1
Betterave fourragère	21	1	21	2	22	1	14	1
Protéagineux (pois, féverole, lupin)	46	12	56	6	45	4	35	3
Herbages								
Prairies, pâturages, jachère	314	4697	257	4785	345	4656	303	4471
Autres								
Légumes de plein champ (salade, chou, carotte, oignon, épinard, asperge, etc.)	80	63	75	66	54	19	35	18
Autres productions (divers petits fruits, tournesol, tabac, etc.)	68	243	73	257	79	225	66	220
Total	2246	5184	2145	5309	2152	5157	2019	4915

fongicides et des insecticides sur fruits à pépins en 2012 et sur fruits à noyau en 2010.

Quantités de matières actives

Au niveau des quantités moyennes de matières actives appliquées (en kg/ha/an; fig. 3) on a constaté de plus grandes différences entre cultures qu'au niveau du nombre d'interventions. Les cultures avec un nombre d'interventions élevé ont aussi requis une quantité élevée de matières actives. D'autres produits, comme les huiles minérales, ont été utilisés en grandes quantités sur certaines cultures, tandis que les insecticides l'ont été en quantités plus faibles; mais il faut noter que ces derniers peuvent être très efficaces à de faibles doses. En

termes de quantités de matières actives, les variations d'une année à l'autre sont plutôt faibles. Les fruits à pépins constituent cependant l'exception: les quantités appliquées en 2012 atteignaient la moitié de celles des trois années précédentes, en particulier en ce qui concerne les «autres produits» (p. ex. les huiles minérales) et les fongicides. Les quantités de matières actives appliquées annuellement ont varié fortement d'une parcelle à l'autre dans le même groupe de cultures.

Classement des matières actives

Le choix des matières actives dépend étroitement des cultures. Dans la plupart d'entre elles, ce choix s'est peu modifié au cours des dernières années. Dans de nom- ➤

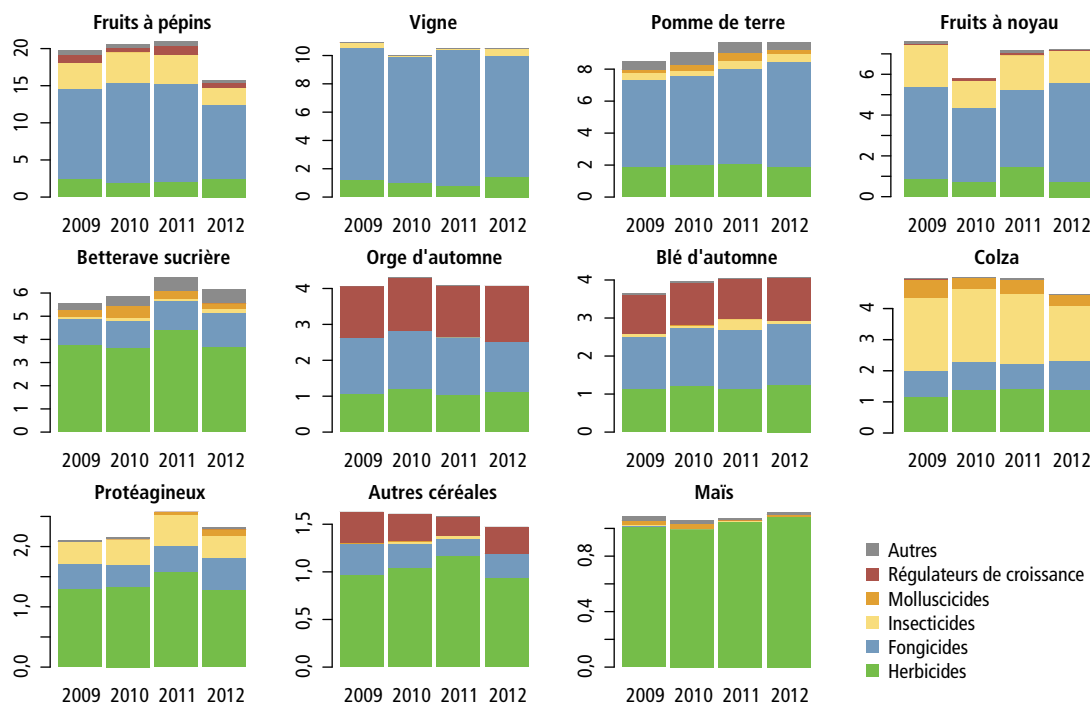


Figure 2 | Nombre moyen d'interventions par parcelle, par an et par groupes de cultures (en ordonnée), genre de PPS et année de relevé (en abscisse). Les cultures sont classées dans l'ordre décroissant du nombre des interventions. Pour le blé et l'orge d'automne ainsi que le colza, les cultures extenso ne sont pas incluses.

breuses cultures, les fongicides sont les produits les plus utilisés. Sur arbres à pépins, le captane est la matière active la plus utilisée, avec 25 % des applications de fongicides, suivie du dithianon, du soufre et du folpet (10–16 %). Sur vigne, on trouve le folpet dans 25 % des applications de fongicides et le cuivre ou le soufre dans 9 à 12 %. Sur pomme de terre, le mancozèbe est le plus utilisé (25 % des applications de fongicides), suivi du cymoxanil (12–15 %). Le fluazinam, le fenamidon, le propamocarb et le chlorothalonil sont aussi fréquemment utilisés sur pomme de terre (7 à 12 % des applications) mais la part de chacun varie selon les années. Sur arbres à noyaux, les fongicides les plus fréquemment utilisés sont le dithianon (24–33 % des applications), le difénoconazole (15–19 %) et le cuivre (7–14 %). Sur betterave sucrière, on utilise principalement des herbicides. Le phenmédiphame, l'éthofumesate et la métamitronne sont présents dans 17 à 22 % des applications de herbicides. Le desmédiphame et le S-métholachlore sont présents dans 6 à 14 % des cas. Le colza figure comme exception parmi la plupart des cultures, le choix des insecticides s'étant fortement modifié au cours de la période 2009–2012 (fig. 4). Ainsi, la part des pyréthri-noïdes A a diminué en faveur du thiaclopride. En 2012, la part du thiaclopride a diminué jusqu'au niveau de 2009 et a été remplacé par la pymétozine nouvellement

autorisée. Ces changements dans le choix des matières actives sont à mettre en relation avec la résistance du mélégièthe aux pyréthri-noïdes A (Monnerat *et al.* 2011; Breitenmoser 2011).

Discussion et conclusions

Dans l'interprétation des résultats, il est important de comprendre la valeur des données IAE quant à leur représentativité par rapport à l'usage moyen en matière de protection des végétaux en Suisse. Spycher et Daniel (2013) ont fait une extrapolation à partir des données IAE de l'année 2009 pour évaluer la quantité de PPS utilisés en Suisse en multipliant les quantités appliquées sur chaque culture par la surface de la culture concernée. En comparant avec les quantités de PPS effectivement vendues en Suisse, l'extrapolation se révèle 20 % inférieure. Par rapport à des études du même type faites dans d'autres pays, on constate une bonne concordance. Dans les grandes lignes, les données issues des cultures enregistrées fournissent des valeurs IAE représentatives de l'agriculture suisse. Cependant, il reste un certain nombre de lacunes dans les cultures spéciales. En effet, le domaine des légumes de plein champ est hétérogène et l'utilisation de PPS y est complexe; l'échantillonnage nécessaire serait disproportionné. Ce serait également le

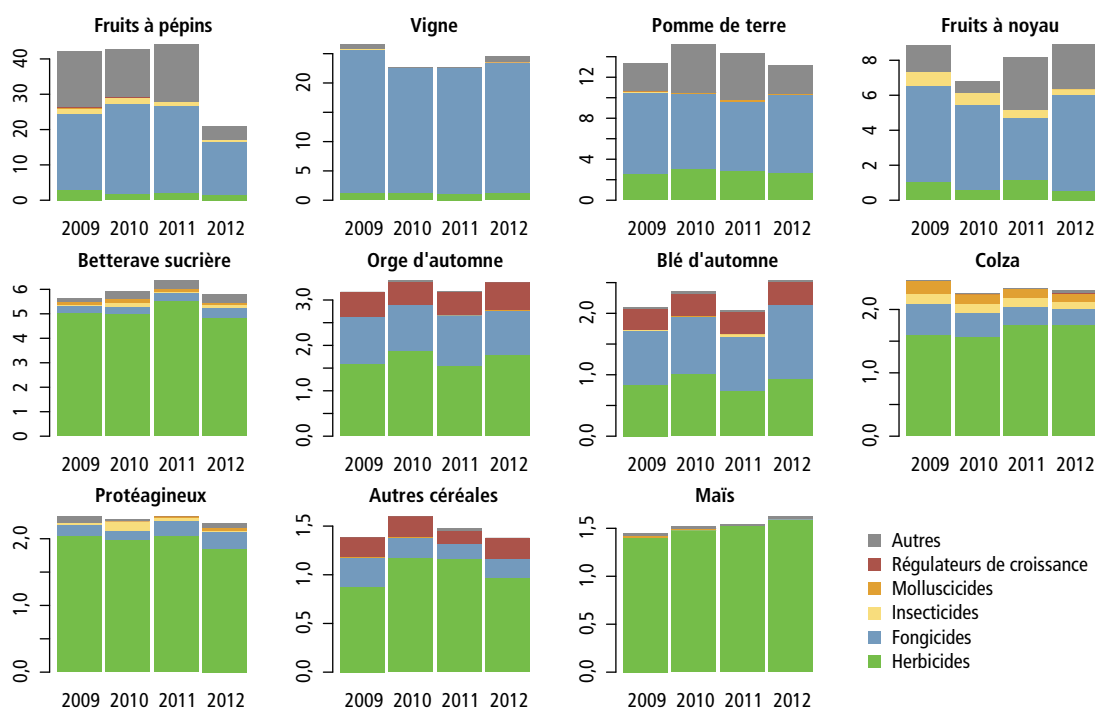


Figure 3 | Quantités moyennes de matières actives appliquées par hectare et par an selon le groupe de culture (en ordonnée), le genre de PPS et l'année de relevé (en abscisse). Les cultures sont classées dans l'ordre décroissant des quantités de matières actives utilisées.

cas pour les cultures fruitières et la vigne. Momentanément, les données IAE ne permettent pas d'émettre un avis crédible sur les cultures maraîchères; de plus, en culture fruitière et en viticulture, il manque des données pour d'importantes régions de culture comme les cantons du Valais, du Tessin et de Genève. Pour ces cultures, les données collectées dans un faible nombre de régions ne permettent pas de valider leur représentativité par rapport à la moyenne des utilisations effectives de PPS en Suisse. Pour ce faire, une extension du réseau d'exploitations IAE serait souhaitable. Pour mieux quantifier l'utilisation des PPS, il faudrait plus d'éléments d'enquête en culture maraîchère. Les grandes cultures sont bien représentées dans le réseau d'exploitations IAE. Il manque cependant des données sur les produits de traitement des semences, sachant que pour certaines cultures on n'utilise que des semences traitées. C'est pourquoi, depuis 2012, les utilisations de produits de traitement des semences sont aussi recensées. Des méthodes d'interprétation adéquates sont en cours de développement afin de réaliser une mise en valeur annuelle de l'usage qui est fait de ces produits.

Durant la période 2009–2012, la plupart du temps, seules de faibles variations des chiffres-clés ont été constatées d'une année à l'autre (nombre d'interventions, quantités de matières actives et classement des

matières actives). Deux exceptions cependant: la nette réduction du nombre d'interventions et des quantités sur arbres à noyaux en 2010 et sur vergers à pépins en 2012. Cela pourrait s'expliquer par des effets climatiques sur la pression des maladies mais aussi par des changements dans le nombre et la structure des exploitations du réseau (tabl. 1). Dans la base de données IAE, la part des parcelles d'arbres à noyaux non traités a dépassé 40 % en 2010 (tabl. 1), ce qui pourrait expliquer le recul du nombre d'interventions et de la quantité de matières actives cette année-là. Etant donné qu'il est rarement possible de renoncer à tout traitement pour cette branche de production, la base de données ne semble pas représentative à cet égard. Des variations annuelles dans les quantités de PPS utilisées peuvent être dues à l'utilisation d'autres matières actives à d'autres doses. Par exemple, l'huile minérale appliquée en culture fruitière implique des quantités importantes de produit dont l'impact environnemental est faible, tandis qu'un insecticide très performant s'utilise à de faibles quantités mais son impact environnemental est beaucoup plus élevé.

En comparant les présents résultats à des études antérieures conduites de 1992 à 2004 (Dugon *et al.* 2010, Suisse occidentale et Tessin) et de 1997 à 2003 (Keller *et al.* 2005, Lac de Morat, Greifensee et Baldeggersee) le

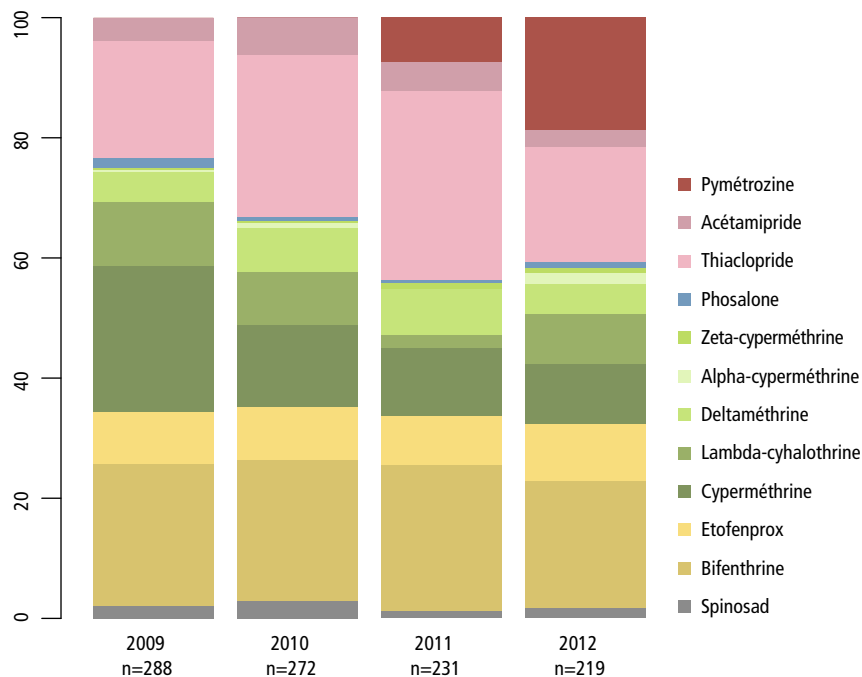


Figure 4 | Insecticides sur colza: évolution de la fréquence d'utilisation de différentes matières actives (en %) de 2009 à 2012.

Rouge foncé: pyméthrozine; rose: néonicotinoïdes (acétamipride, thiaclopride); bleu: ester phosphorique (phosalone); vert: pyréthri-noïdes A (cyperméthrine, alpha-cyperméthrine, zeta-cyperméthrine, deltaméthrine, lambda-cyhalothrine); jaune: pyréthri-noïdes B (étofenprox, bifenthrine); gris: spinosynes (spinosad).

n = nombre total d'applications de matières actives insecticides sur colza dans la base de données IAE.

Classification des groupes de produits selon Brenner (2011).

nombre d'interventions, les quantités et les groupes de matières actives enregistrés dans les grandes cultures (blé, orge, colza, maïs, pomme de terre et betterave sucrière) se situent dans un cadre semblable à celui des valeurs IAE. Une seule exception: l'utilisation de fongicides et d'insecticides sur colza est deux fois plus élevée dans notre étude que dans celle de Dugon *et al.* (2010) et de Keller *et al.* (2005). L'accroissement des quantités d'insecticides en cultures de colza est à mettre en relation avec le développement de la résistance des méligèthes aux pyréthri-noïdes (Monnerat *et al.* 2011; Breitenmoser 2012) ainsi qu'avec l'accroissement de la pression des charançons de la tige et des altises (communication personnelle de Stève Breitenmoser). Le phénomène de résistance entraîne la substitution des pyréthri-noïdes par le thiaclopride puis par la pyméthrozine. L'interdiction provisoire (2014 et 2015) des néonicotinoïdes pour le traitement des semences pourrait conduire à une nouvelle utilisation de pyréthri-noïdes contre les altises (comm. pers. de Stève Breitenmoser). L'augmentation des traitements fongicides sur colza est probablement liée à la lutte contre les nécroses du collet et de la tige (comm. pers. de Peter Frei). Pour l'orge d'automne, et un peu moins nettement pour le blé d'au-

tomne, on a observé que la base de données IAE mentionnait plus d'applications de fongicides et de régulateurs de croissance que les études antérieures. Ce phénomène pourrait être en relation avec la fréquence plus élevée de nécroses foliaires sur orge (comm. pers. de Peter Frei). Des différences régionales peuvent aussi jouer un rôle.

Les données enregistrées au sujet de l'utilisation des PPS dans le cadre d'un suivi agro-environnemental fournissent une bonne base pour différentes études. Les chiffres-clés recèlent des indications sur les évolutions à long terme mais aussi sur la variabilité des pratiques en matière de protection d'une culture au cours d'une même année. Une meilleure compréhension des pratiques agricoles peut révéler des possibilités de réduction d'utilisation des PPS. Il faudrait toutefois approfondir les causes de la variabilité des données IAE en tirant parti d'autres sources d'information. Pour quantifier les effets des PPS utilisés sur l'environnement, il faut aussi pouvoir tenir compte de leur écotoxicité et de leur dégradabilité. Un indicateur destiné à montrer les effets sur les organismes aquatiques est en cours de développement. ■

Riassunto**Uso di prodotti fitosanitari in Svizzera dal 2009 al 2012**

Dal 2009 l'uso di prodotti fitosanitari (PFS) in Svizzera viene rilevato ogni anno sulla base delle annotazioni nei libretti dei campi di circa 300 aziende dalle quali si evincono la frequenza, la quantità e la tipologia dei PFS utilizzati. Nel periodo analizzato, dal 2009 al 2012, nelle colture frutticole, nella vite, nelle patate e nella barbabietola da zucchero i PFS sono stati impiegati in quantità più elevate e con maggiore frequenza rispetto alle colture campicole, quali mais, frumento e colza. In altre parole, vi sono state grandi differenze nell'uso dei PFS tra le colture. In molte colture i fungicidi sono stati i PFS più utilizzati, ma con principi attivi diversi dall'una all'altra. Nell'arco dei quattro anni non si sono registrate grandi variazioni nella scelta dei principi attivi principali all'interno di una stessa coltura, fatta eccezione per gli insetticidi destinati alla colza, dove a causa di problemi di resistenza sono stati impiegati meno piretroidi. L'uso di PFS è risultato molto variabile tra campi della stessa coltura. Analisi approfondite delle cause di tale variabilità potrebbero fornire indicazioni su possibili strategie di riduzione dei PFS. Parallelamente alle cifre chiave qui presentate sullo sviluppo dell'uso dei PFS, viene elaborato un indicatore che considera l'ecotossicità e la degradabilità dei principi attivi, e consente quindi di valutare la rilevanza ambientale dell'uso dei PFS.

Bibliographie

- Breitenmoser S., 2012. Aktualitäten zu den Rapsschädlingen. Pflanzenschutztagung Feldbau, ART Reckenholz, 20.01.2012.
- Brenner H., 2011. Rapsglanzkäfer erobern auch die Ostschweiz. *LAND-freund* 4, 2–4.
- Dugon J., Favre D., Zimmermann A. & Charles R., 2010. Pratiques phytosanitaires dans un réseau d'exploitations de grandes cultures entre 1992 et 2004. *Recherche Agronomique Suisse* 1 (11–12): 416–423.
- Keller L. & Amaudruz M., 2005. Evaluation Ökomassnahmen. Auswertung der Pflanzenschutzmittel-Verbrauchsdaten 1997 - 2003 in drei ausgewählten Seengebieten. Schlussbericht. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL), Lindau.

Summary**Use of plant-protection products in Switzerland from 2009 to 2012**

Since 2009, the use of plant-protection products (PPP's) in Switzerland has been recorded annually with the help of the field records of around 300 farms. From these records, we have calculated which PPP's are applied and in what frequency and quantity. In the period of the study, 2009 to 2012, more PPP's were used more frequently in orchards, vineyards, potato and sugar-beet crops than in field crops such as maize, wheat and oilseed rape – i.e. there were major differences in PPP use between the different crops. Fungicides dominated PPP use in many crops, although the active fungicidal substances used varied from crop to crop. The choice of main active substances did not change significantly over the four years within the individual crops. An exception to this were the insecticides applied to the oilseed rape crop, where fewer pyrethroids were used owing to resistance problems. There was significant variability in PPP use between different plots of the same crop. In-depth investigations of the causes of this variability could indicate possible PPP reduction strategies. In parallel to the key figures on PPP usage trends presented here, an indicator is being developed which takes into account the ecotoxicity and degradability of the active substances used, thereby permitting an environmental impact assessment of the use of the PPP.

Key words: agro-environmental indicators, pesticide usage, monitoring.

- Monnerat C., Steinger T. & Breitenmoser S., 2011. Rapsglanzkäfer bekämpfen. Die Resistenz gegen Pyrethroide der Gruppe A. *UFA Revue* 4, 50–51.
- Spycher S., Badertscher R. & Daniel O., 2013. Indicateurs de l'utilisation de produits phytosanitaires (PPS) en Suisse. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (4), 192–199.
- Spycher S. & Daniel O., 2013. Agrarumweltindikatoren für Pflanzenschutzmittel. Auswertungen Agrarumweltmonitoring 2009–2010 für den Indikator «Einsatz von Pflanzenschutzmitteln». Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/pflanzenschutzmittel/06096/06098/08210/index.html?lang=de>. [19.01.2015]