

Vers un usage raisonné des herbicides : analyse des pratiques en blé d'hiver de 2004 à 2006

J. Gasquez¹, G. Fried², M. Délos³, C. Gauvrit¹, X. Reboud¹

¹: INRA, Unité Mixte de Recherche n°1210, INRA, Univ. Bourgogne, ENESAD, Biologie et Gestion des Adventices, 17 rue Sully, BP 86510, 21065 Dijon cedex, France

²: LNPV, Station d'entomologie, SupAgro Bâtiment 18, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 01, France

³: SRPV-DRAF "Midi-Pyrénées" - Bât. E - Bd Armand Duportal - 31074 Toulouse, France

Correspondance : Jacques.Gasquez@dijon.inra.fr

Résumé

Grâce à la mise en place, depuis plusieurs années à l'échelle nationale, du réseau Biovigilance Flore qui permet d'étudier les relations entre la flore adventice, les variables du milieu et les systèmes de culture, nous avons étudié 779 stations de blés d'hiver régulièrement réparties sur les années 2004, 2005 et 2006.

Nous avons analysé le nombre et les dates des traitements herbicides, le nombre de produits et les doses appliquées. Nous avons observé que la réduction de l'utilisation des herbicides sur la culture du blé d'hiver est déjà très avancée puisque les 2/3 des parcelles ne reçoivent, au printemps, qu'un seul traitement avec généralement un seul produit commercial appliqué en moyenne aux 2/3 de la dose homologuée. Les molécules les plus utilisées appartiennent à la famille des sulfonylurées et s'appliquent à des doses de 6 à 30 g/ha suivant les molécules.

Cette étude préliminaire conduit à identifier certaines limites liées à une réduction supplémentaire de 50% des traitements herbicides en blé pour un agriculteur conventionnel sans prendre un fort risque de perte d'efficacité du contrôle, de réduction du rendement, de salissement des parcelles ou de sélection de plantes résistantes aux herbicides mais aussi de risque sanitaire lié à la présence accrue d'adventices

Adventices, herbicides du blé, nombre de traitements, réduction des traitements

Abstract

A network called « Biovigilance Flore » has been running in France for the last five years. It has been designed to assess the relationships between the weed species growing in a field, the characteristics of the environment and the cropping system. Among these data, winter wheat fields were studied. A total of 779 fields regularly distributed over 2004, 2005 and 2006 were assessed.

We analysed number of herbicide treatments and date of applications, total number of sprayed products and their doses. We found that there is an ongoing herbicide use reduction in winter wheat fields in France. 2/3 of fields were sprayed only once with only one formulated product at 2/3 of the registered dose. The most commonly used molecules were sulfonureas sprayed from 6 g/ha to 30 g/ha according to the molecule.

This first study raised the question about the suitability of an herbicide drop-off. Could farmers reduce up to 50% their herbicide treatments in winter wheat without facing a major drop in control efficacy, an increase of weed infestations and selection of herbicide resistant populations?

Introduction

Les herbicides sont les pesticides les plus fréquemment détectés et avec les niveaux de détection les plus élevés dans les eaux de surface et souterraines (rapports IFEN 2004 et 2005). Déjà, le dossier « Pesticides et Environnement » de l'INRA de 2005 s'appuyant sur l'exemple des Danois qui ont réduit de 40% les quantités utilisées depuis le milieu des années 80, postulait qu'il devait être possible de réduire la consommation en France. Parmi les mesures préconisées par le « Grenelle de l'environnement » en 2007, au-delà de la suppression de produits considérés comme dangereux dans le cadre du plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides 2006-2009, l'engagement 129 se donnait comme objectif de réduire de moitié l'usage des pesticides avant 2012 en demandant la mise au point accélérée de méthodes alternatives (legrenelle-environnement.fr¹). Reprenant ces propositions en 2008, le ministère de l'Agriculture préconise une réduction de 50% en 10 ans (agriculture.gouv.fr). Cependant, les modalités de réduction ne sont pas précisées et peuvent être multiples. Elles peuvent concerner soit le grammage, ce qui aurait pour conséquence de favoriser l'usage de produits homologués à des doses de plus en plus faibles, avec la sélection de certaines familles d'herbicides efficaces à faible dose, soit la dose appliquée par rapport à la dose homologuée. Cette seconde option pourrait générer des problèmes d'efficacité (risque de développement de résistance favorisée par des efficacités trop faibles) et avoir des conséquences environnementales indirectes car des efficacités qui s'avèreraient trop faibles, pourraient exiger des traitements supplémentaires pour un résultat acceptable. Une troisième possibilité serait la diminution du nombre de traitements par campagne pour mieux cibler les traitements au problème rencontré dans chaque parcelle. Cela tendra à favoriser les associations de molécules assurant un large spectre d'action. Le risque existe d'une combinaison de ces trois options qui cumulerait leurs différents défauts.

Dans une parcelle cultivée en agriculture conventionnelle en France, on cherchera à « contrôler » les adventices (c'est-à-dire en détruire le maximum à un coût acceptable) qui se développent dans une culture pour mettre en place les conditions d'un rendement maximum. Le but est, d'une part, éviter les pertes de rendement par concurrence, voire le salissement de la récolte, mais surtout de limiter la production de semences qui entraînerait une augmentation du stock semencier de la parcelle pendant de longues années reportant ainsi l'augmentation du coût du désherbage sur les cultures suivantes. Contrairement au contrôle des maladies et des insectes, la gestion des adventices doit intégrer une dimension temporelle pouvant dépasser 5 ans.

Sur la période 2001-03 en Europe de l'ouest, les estimations de l'ensemble des pertes potentielles en grande culture sont d'environ 60% du rendement optimal et les pertes effectives constatées après contrôle sont encore d'environ 17%. Près de la moitié de ces pertes potentielles peut être attribuée aux adventices, mais ce sont aussi les bio-agresseurs qui sont le mieux contrôlés avec une réduction effective de 75% de leur nuisibilité (Oerke, 2006). De plus, on note aussi une relative stabilité de l'efficacité des contrôles depuis la fin des années 60 (Oerke, 2006), montrant, comme le soulignait déjà Barralis en 1978, une stabilisation des seuils d'efficacité (c'est à dire du nombre d'adventices levées). Par ailleurs, la généralisation des traitements herbicides a eu pour effet de réduire fortement les stocks de semences dans les sols (Fried et al., 2008). Dès les années 70, on a pu montrer une forte régression des stocks de plusieurs ordres de grandeur, avec des réductions par le seul fait des herbicides d'un facteur deux à trois en cinq ans (Barralis, 1978) pour se stabiliser vers mille à deux mille semences par m².

Rappelons que :

- pour être efficace sur une espèce, un herbicide doit être appliqué à une dose suffisante,

¹ Lorsque le texte fait référence à des documents disponibles en ligne, l'URL exact du site est donné dans la liste des références bibliographiques en fin de ce texte.

- le taux de contrôle ne varie pas linéairement avec la dose,
- le fait de laisser des plantes sur le terrain par suite d'un traitement insuffisamment efficace entraîne le salissement de la parcelle,
- par un effet de sélection, des génotypes résistants peuvent être favorisés et devenir dominants par la suite si la même pression est maintenue,
- certains produits à large spectre contrôlent d'autant plus d'espèces que la dose est proche de la valeur homologuée, la réduction de dose ne garantira donc pas le contrôle de toutes les espèces visées ce qui pourrait conduire l'agriculteur à faire un traitement spécifique supplémentaire pour les espèces nécessitant les doses les plus élevées.

La flore d'une parcelle est composite avec au moins dix espèces principales (avant désherbage) avec des comportements très différents (Fried, 2007). A l'exception notable des variétés génétiquement modifiées qui sont résistantes au glyphosate ou au glufosinate, il est généralement impossible de contrôler l'ensemble des espèces d'une communauté adventice avec une seule matière active : il faut au minimum une matière active antigraminées et une matière active antidicotylédones.

Si le « Grenelle de l'environnement » a insisté sur la nécessité d'amplifier les efforts de réduction d'utilisation des pesticides, différents acteurs de la protection des cultures ont indiqué que l'évolution était déjà bien engagée depuis une dizaine d'années, sous-entendant par là que la marge de « progrès » en terme de réduction de la quantité de pesticides était désormais réduite. Ainsi, entre 1999 et 2006, le tonnage de pesticides vendu en France a baissé de 40% (uipp.org) atteignant même des niveaux où le moindre accident peut entraîner une augmentation des usages (+7% en 2007 à cause du mildiou en pomme de terre et vigne).

Nous avons donc voulu dégager une vision plus claire de l'utilisation des herbicides. Pour cela, nous avons cherché à dresser un constat de la situation réelle des pratiques de désherbage avec des données issues du terrain via l'analyse des enquêtes du réseau biovigilance (Delos *et al.*, 2006 ; Fried *et al.*, 2007) sur la culture la plus répandue en France, à savoir le blé d'hiver.

Matériel et méthodes

Depuis cinq ans dans le cadre de la « Biovigilance Flore », le Service de la Protection des Végétaux commandite aux FREDON et FREDEC un suivi annuel de la flore adventice dans un réseau d'environ 1000 parcelles plus ou moins fixes, localisées sur tout le territoire avec une distribution proportionnelle à l'importance des principales cultures dans chaque région. L'originalité de ce suivi réside dans le fait que plusieurs relevés sont effectués au cours d'une campagne et que l'effet des herbicides peut être estimé par l'analyse comparée des relevés dans l'ensemble de la parcelle traitée et de ceux d'une zone témoin non désherbée. En plus des relevés comprenant la liste des espèces affectées d'un coefficient d'abondance, chaque parcelle est caractérisée par des données environnementales (localisation dans le paysage, type de sol) et surtout, chaque année, par les pratiques de l'agriculteur : successions culturales, travaux de l'interculture, de préparation du semis et ensemble des traitements (produits, doses). Ces données permettent de chercher les relations entre les caractéristiques environnementales de parcelles, le système de culture de l'agriculteur et les espèces adventices présentes sur la parcelle. La possibilité d'avoir des parcelles suivies tous les ans permettra aussi de mesurer le poids de l'historique sur la distribution des espèces (Fried, 2007)

Pour cette première étude, nous avons décidé de nous limiter au suivi des blés dur et tendre d'hiver sur trois années complètement dépouillées 2004, 2005 et 2006 qui présentent l'avantage d'avoir très peu de parcelles suivies deux fois au cours de cette période. Cette culture, outre le fait qu'elle est la plus importante sur le territoire (5.2×10^6 ha en 2007), présente de ce fait une flore diversifiée (avec un développement récent de plusieurs résistances à différents herbicides). De plus, les agriculteurs

disposent d'une gamme assez large de molécules pour gérer les différents types d'adventices et les conditions de culture permettent des traitements échelonnés de septembre à mai. Cette analyse avait pour objectif de répertorier l'ensemble des herbicides appliqués pendant une campagne pour tenter d'avoir un état des lieux de ce qui est réellement appliqué sur tout le territoire quelles que soient les adventices présentes. Nous avons ainsi recherché combien de traitements sont appliqués, combien les agriculteurs mettaient de produits en œuvre, à quelles dates et surtout à quelles doses. De plus, il nous a semblé intéressant de savoir, parmi la large gamme de matières actives disponibles, quelles étaient les plus utilisées et en quelles proportions et combien de passages étaient réalisés pour les différents produits utilisés. Nous avons ainsi analysé les données de 779 relevés (260, 325 et 194 respectivement de 2004 à 2006). Malheureusement le nombre limité d'années étudiées, s'il nous donne un bon état des lieux à un moment donné, n'a pas beaucoup de pertinence pour mesurer une évolution éventuelle.

Résultats

1) Nombre de traitements par campagne

Même si quelques rares parcelles ont pu recevoir plus de trois traitements, sur la très large majorité d'entre elles (environ les 2/3 - Figure 1), l'agriculteur s'est contenté d'un passage pour assurer la gestion de l'ensemble des adventices. Par ailleurs, on peut observer une augmentation régulière de cette stratégie. Bien que moins importante, la proportion de parcelles recevant deux traitements ne semble pas trop affectée rendant peut-être compte par là d'une certaine stabilité des agriculteurs appliquant encore un programme fondé sur un traitement d'automne associé à un traitement de printemps.

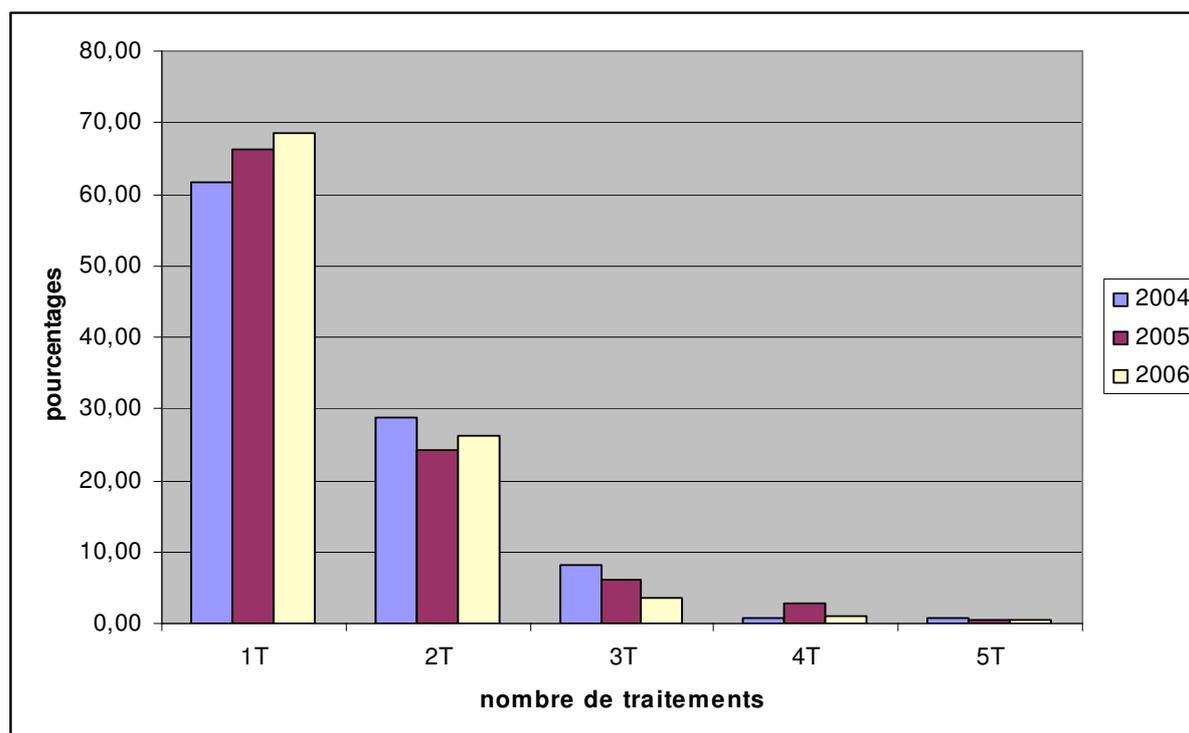


Figure 1 : Distribution du nombre d'opérations de désherbage sur blé d'hiver par campagne sur les trois années

2) Dates de traitements

On peut voir sur la figure 2 que, pour 2004, les traitements se distribuent selon une courbe bimodale avec des traitements d'automne centrés sur novembre et des traitements de printemps centrés sur mars.

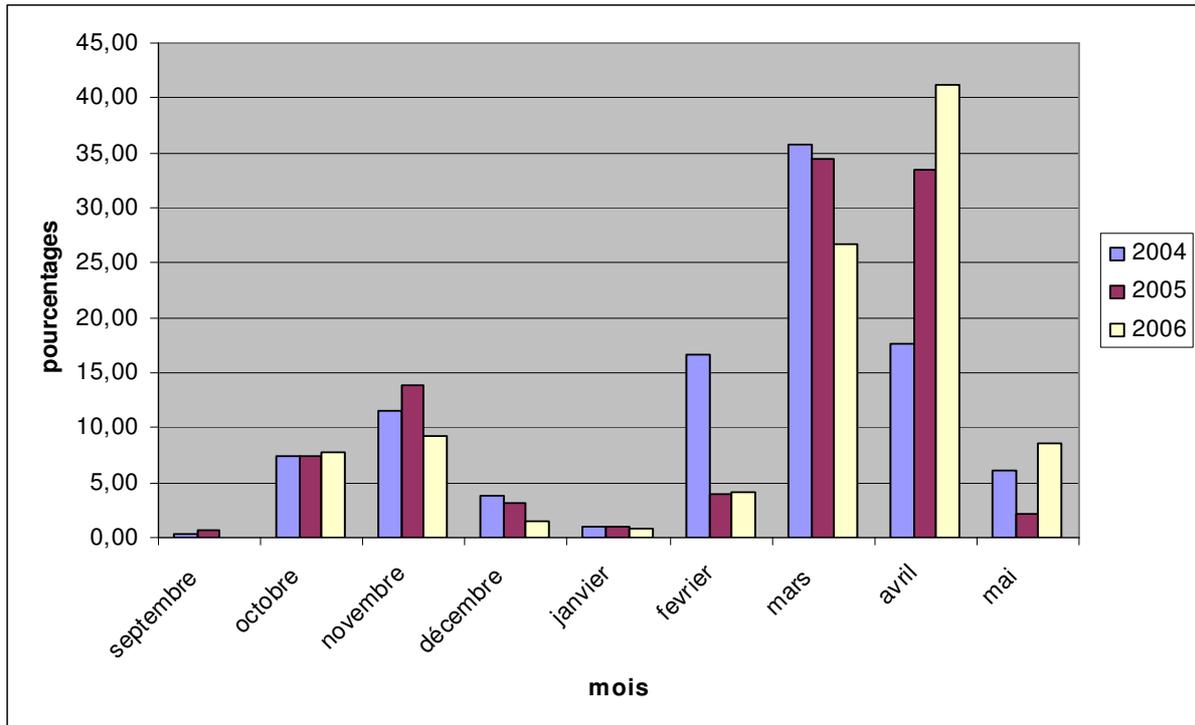


Figure 2 : Distribution des dates de traitements sur blé d'hiver au cours des campagnes sur les trois années

Cependant, les autres années montrent un glissement vers les traitements de printemps de plus en plus tardifs, traduisant vraisemblablement l'augmentation des parcelles ne recevant qu'un traitement que l'agriculteur devra retarder le plus possible pour atteindre le maximum de plantes levées, puisqu'il a fait le choix d'un seul traitement avec le risque de laisser une compétition précoce s'installer entre l'espèce cultivée et les adventices. Cette stratégie suppose un suivi régulier de la flore.

3) Nombre de produits commerciaux appliqués

Quelques rares parcelles ont reçu quatre produits formulés et plus (jusqu'à sept), mais plus des deux tiers n'en ont reçu qu'un ou deux (Figure 3), ce qui est bien en corrélation avec le fait que les agriculteurs ne sont passés qu'une fois sur une très large majorité de parcelles. On observe encore une légère augmentation du nombre de parcelles traitées avec un seul herbicide essentiellement au détriment du nombre de parcelles recevant deux herbicides. Paradoxalement, les parcelles gérées avec trois herbicides augmentent aussi.

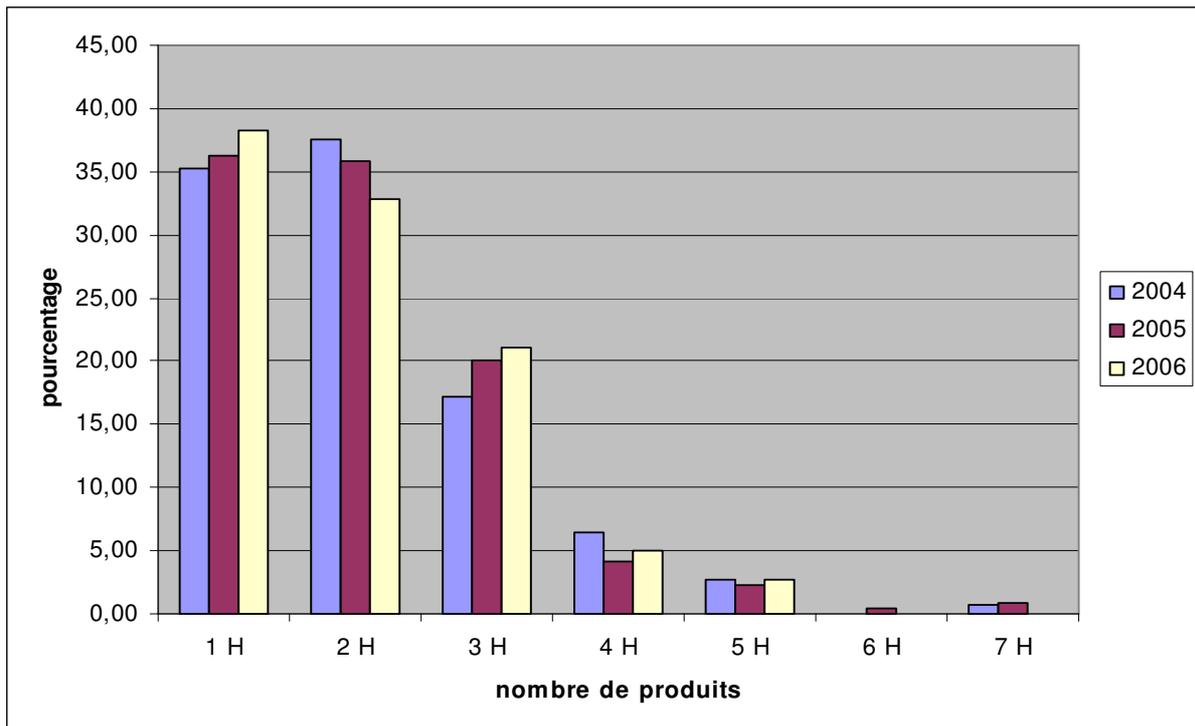


Figure 3 : Nombre de produits formulés appliqués sur blé d'hiver sur l'ensemble des campagnes au cours des trois années

4) Quantités totales d'herbicide appliquées

Les quantités d'herbicide appliquées ont été étudiées en sommant l'ensemble des produits appliqués au cours d'une campagne à partir du semis. La médiane se situe entre les classes 51-100 % et 101-150 %, surtout pour l'année 2006 qui montre une nette réduction du total appliqué par rapport à 2004 (Figure 4). La moyenne de ces valeurs tend à diminuer et est inférieure à 1.5 dose homologuée. De très rares cas atteignent et dépassent trois fois une dose homologuée. Ces valeurs calculées ne représentent pas exactement l'indice de fréquence des traitements (IFT herbicide moyen) puisque nous n'avons pas tenu compte des rares applications de glyphosate (moins de 10%) dans l'interculture précédente. Elle est très légèrement inférieure à la valeur de référence de 2008 pour la France entière (1.64)

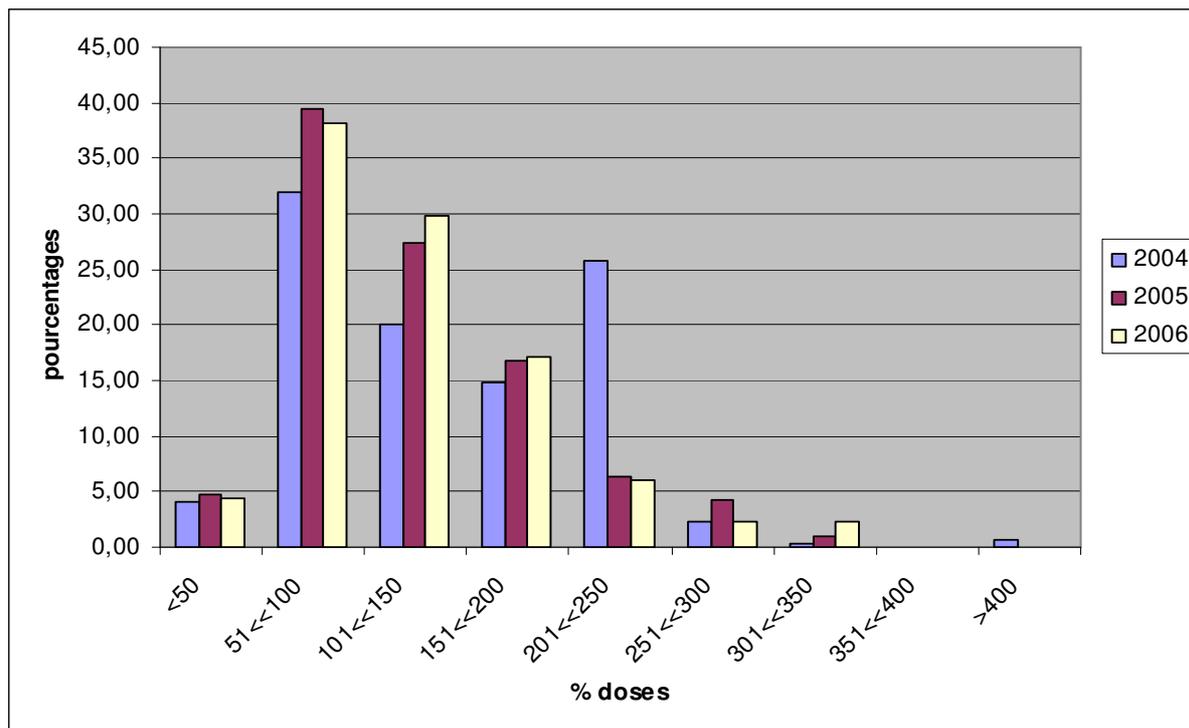


Figure 4 : Quantités totales appliquées par rapport à des doses homologuées sur les trois années

5) Quelles sont les matières actives utilisées ?

Environ 33 matières actives (distribuées dans de nombreuses spécialités commerciales) ont été utilisées, ce qui, compte tenu des évolutions dans les homologations, correspond à la quasi totalité des matières actives autorisées sur blé (Tableau I). Les dix premières molécules représentent les trois quarts des traitements et les cinq premières déjà la moitié. Ainsi, même si l'ensemble des matières à disposition est utilisé, la majorité du désherbage repose sur un petit nombre de molécules. Parmi ces premières molécules, le phénomène le plus marquant est le recul net de l'isoproturon qui passe du second rang avec 11% en 2004 au sixième avec 6.5% en 2006. On peut aussi noter que si le iodosulfuron est toujours la première molécule utilisée, on peut observer un glissement vers l'usage prépondérant de sulfonilurées puisque en 2006 les trois premières molécules sont des sulfonilurées et il y en a quatre dans les sept premières molécules utilisées.

Si, en moyenne, ces produits sont appliqués aux deux tiers de la dose homologuée, la plupart des molécules sont toujours appliquées aux mêmes doses qu'elles soient fortes ou faibles. Les deux ou trois molécules les plus utilisées le sont généralement aux trois quarts de la dose. Mais, paradoxalement certaines molécules sont toujours appliquées à des doses très basses (50% et parfois moins). Même si elles entrent généralement dans des associations, souvent elles-mêmes mélangées par l'agriculteur, on peut cependant se demander pourquoi on les utilise toujours à de si faibles doses. L'exemple type est le bifénox qui est toujours en association et dont les doses moyennes oscillent de 26, 43 à 36% de 2004 à 2006.

6) Quelles sont les matières actives utilisées dans des traitements uniques ?

Devant ce glissement dans les usages des différentes molécules, il nous a semblé intéressant de rechercher les molécules que les agriculteurs utilisaient lorsqu'ils géraient les adventices par un seul traitement. En effet, non seulement la proportion de parcelles gérées avec un seul traitement augmente

(plus de 60% - Figure 1), mais la proportion des parcelles qui ne reçoivent qu'un seul produit commercial passe de 36 % à 42.8 % du total entre 2004 et 2006. On remarque que les produits utilisés sont des associations de deux ou trois matières actives pour assurer la gestion de l'ensemble des espèces présentes. L'association la plus utilisée est le mésosulfuron associé au iodofuron qui passe de 32.6 % à 42.4 % de ces traitements. En revanche, l'association iodofuron-fénoxaprop régresse très fortement passant de 22.8 % à 8.2 %. On observe la même chose avec l'association DFF-isoproturon qui passe de 15.2% à 5.9% certainement à cause de la régression de l'isoproturon. Ainsi les trois quarts de ces parcelles sont gérées avec seulement quatre ou cinq associations (tableau II)

Tableau 1 : Doses (% dose homologuée) et fréquences (%) des molécules utilisées durant les trois années

2004	dose	Fr	2005	dose	Fr	2006	dose	Fr
iodofuron	73	13,2	iodofuron	65	12,2	iodofuron	73	15,3
isoproturon	72	11,0	isoproturon	77	10,0	mésosulfuron	74	13,7
mésosulfuron	83	9,6	mésosulfuron	63	9,6	metsulfuron	69	8,5
DFF	68	8,2	metsulfuron	64	7,8	DFF	69	7,9
ioxynil	55	8,1	DFF	60	7,0	ioxynil	54	7,6
metsulfuron	64	6,3	ioxynil	59	6,6	isoproturon	77	6,5
bromoxynil	56	5,6	mecoprop	59	5,8	thifensulfuron	77	5,8
clodinafop	65	4,6	clodinafop	58	4,5	bromoxynil	56	5,6
mecoprop	56	4,1	bromoxynil	51	4,1	mecoprop	60	4,9
fluroxypyr	58	3,7	24MCPA	78	3,6	florasulam	43	4,0
fénoxaprop	70	3,6	fénoxaprop	50	3,5	fluroxypyr	56	2,5
24MCPA	77	3,1	fluroxypyr	48	3,1	bifénox	36	1,8
clopyralide	73	2,3	clopyralide	72	2,7	chlortoluron	66	1,8
chlortoluron	87	2,2	thifensulfuron	70	2,6	clodinafop	64	1,8
thifensulfuron	60	2,1	24D	81	2,4	fénoxaprop	56	1,8
florasulam	53	2,0	bifénox	43	2,1	24MCPA	77	1,2
bifénox	26	1,6	carfentrazone	69	2,0	amidofuron	31	1,1
diclofop	71	1,3	florasulam	46	1,6	carfentrazone	86	1,1
amidofuron	33	1,2	amidofuron	31	1,5	flupyrsulfuron	68	1,1
carfentrazone	65	0,9	chlortoluron	86	1,4	clopyralide	83	1,1
24D	78	0,8	isoxabén	79	1,0	pyraflufen	64	0,7
flupyrsulfuron	85	0,7	flupyrsulfuron	81	0,9	24D	85	0,5
isoxabén	72	0,7	propoxycarbazone	48	0,7	diclofop	36	0,5
linuron	92	0,5	tribenuron	68	0,7	isoxabén	94	0,5
imazamétabenz	78	0,3	linuron	80	0,5	tribenuron	73	0,5
propoxycarbazone	83	0,3	trifluraline	80	0,5	imazamétabenz	75	0,4
tribenuron	63	0,3	prosulfocarb	80	0,4	linuron	88	0,4
trifluraline	92	0,3	dichlorprop	60	0,2	trifluraline	88	0,4
dichlorprop	84	0,2	pyraflufen	83	0,2	dichlorprop	58	0,2
prosulfocarb	75	0,2	sulfosulfuron	48	0,2	flurtamone	70	0,2
pyraflufen	90	0,2	diclofop	29	0,1	prosulfocarb	50	0,2
sulfosulfuron	50	0,2	flurtamone	50	0,1	sulfosulfuron	44	0,2
pendiméthaline	50	0,1	pendiméthaline	52	0,1	pendiméthaline	50	0,2
			picolinafen	52	0,1	picolinafen	50	0,2
						propoxycarbazone	60	0,2
dose moyenne	68			62			64	

Tableau II : Fréquences des associations de produits formulés appliquées seules en un seul passage sur toute la campagne durant les trois années.

2004			2005			2006		
mésosulfuron	iodosulfuron	32,6	mésosulfuron	iodosulfuron		mésosulfuron	iodosulfuron	42,4
iodosulfuron	fenoxaprop	22,8	iodosulfuron	fenoxaprop		iodosulfuron	fenoxaprop	8,2
DFE	Isoproturon	15,2	DFE	Isoproturon		DFE	ioxynil	8,2
fluroxypyr	clopyralid	4,3	metsulfuron			DFE	isoproturon	5,9
metsulfuron		3,3	isoxaben	linuron	trifluraline	ioxynil	mecoprop	5,9
isoxaben	linuron	3,3	bromoxynil	ioxynil	mecoprop	metsulfuron		4,7
DFE	ioxynil	3,3	clodinafop			metsulfuron	thifensulfuron	4,7
Isoproturon		2,2	ioxynil	mecoprop		isoxaben	trifluraline	2,4
bromoxynil	ioxynil	2,2	metsulfuron	thifensulfuron		Isoproturon	DFF	2,4
carfentrazone	metsulfuron	1,1	fluroxypyr	clopyralid	24MCPA	DFF	chlortoluron	2,4
clodinafop		1,1	isoxaben	chlorto		ioxynil	mecoprop	2,4
Isoproturon	pyraflufen	1,1	24D			Isoproturon		2,4
DFE	chlortoluron	1,1	tribenuron			carfentrazone		1,2
flupyrulfuron	thifensulfuron	1,1	picolinafen	pendiméthalin		bromoxynil	ioxynil	1,2
clodinafop	ioxynil	1,1	chlortoluron			clodinafop		1,2
Metsulfuron	thifensulfuron	1,1	prosulfocarb			chlortoluron		1,2
Isoproturon	pendiméthalin	1,1	mecoprop	dichlorprop	24MCPA	24D		1,2
ioxynil	mecoprop	1,1	tribenuron	thifensulfuron		mecorop	dichlorprop	1,2
24MCPA		1,1	flupyr	metsulfuron		clopyralid	24MCPA	1,2
			clodinafop	ioxynil	mecoprop			
			tribenuron	thifensulfuron				
			Isoproturon					
			florasulam	fluroxypyr				
			bifenox	DFF	isoproturon			

Analyse critique et réflexions sur les possibilités d'évolution

Le réseau Biovigilance Flore qui assure le suivi annuel de la flore sur tout le territoire, a permis de recueillir des éléments chiffrés et fondés pour apporter des réponses encore partielles mais objectives aux questions que se pose la société sur l'utilisation des herbicides et la responsabilité des agriculteurs sur les risques de pollution. La pérennisation d'un tel système est essentielle pour décrire de façon objective l'évolution des pratiques et mettre en relation, grâce à des données réelles, les variations de la flore et celles des systèmes de culture et donc de donner un caractère prédictif quant aux stratégies à appliquer pour éviter des problèmes observés par ailleurs.

L'analyse des données recueillies sur le réseau Biovigilance Flore montre que, déjà en 2006, les agriculteurs ont très largement anticipé une tendance qui a été formalisée dans les directives liées au « Grenelle de l'environnement ». En effet, l'ensemble des contraintes économiques et environnementales a conduit les agriculteurs à réduire le nombre de passages, puisque plus des deux tiers ne faisaient plus qu'un seul traitement réalisé forcément tardivement (fin mars, début avril) au risque de perdre du rendement par l'effet de concurrence de certaines espèces pendant l'automne et à la reprise de végétation. De même, on observe que les doses appliquées se situent déjà en moyenne aux deux tiers de la dose homologuée avec des produits aux doses d'usage de grammage faible. Il apparaît alors un risque majeur de ne favoriser qu'un seul groupe d'herbicides homologués aux plus faibles grammages. Actuellement, les herbicides inhibiteurs de l'ALS, qui appartiennent à la famille des sulfonylurées (de 6g/ha à 38g/ha suivant la molécule), satisfont le mieux à ces contraintes et notamment l'association mésosulfuron-iodosulfuron (environ 15% des parcelles). Or, le risque de résistance est si fort que dès la quatrième année d'homologation de cette association, des vulpins et des ray-grass étaient déjà sélectionnés au point d'empêcher tout contrôle dans certaines parcelles (Gasquez, 2007). Ces développements de résistance devraient s'étendre à d'autres espèces comme les dicotylédones (cf liste des espèces résistantes aux inhibiteurs d'ALS dans le monde (Heap, 2008), où l'on note l'apparition des premiers coquelicots résistants en France en 2007.

Le constat que l'on peut faire à partir de ces données, certes partielles, est qu'il semble difficile d'imaginer une réduction substantielle supplémentaire des traitements herbicides sans risquer immédiatement de trop fortes irrégularités de contrôle voire des échecs favorisant la sélection rapide de plantes résistantes. De plus, toute nouvelle réduction conduirait à des réductions d'efficacité qui inciteraient l'agriculteur à faire un traitement supplémentaire pour ne pas perdre le contrôle de la situation. D'autre part, la recherche systématique de réduction de l'application d'herbicides risquerait de conduire les agriculteurs qui ne traitent déjà plus qu'une fois dans l'impasse du rejet aléatoire du dernier traitement herbicide restant. Une telle réduction ne serait possible que dans le cadre d'une réflexion globale sur le désherbage dans le système de culture en intégrant l'ensemble des pratiques possibles pour maintenir les populations d'adventices à des seuils de densité acceptables.

L'exigence de réduction de l'usage des herbicides sur tout le territoire est actuellement fondée sur le niveau de pollution des eaux superficielles et souterraines. La dernière synthèse de l'IFEN pour 2005 fait le point sur les stations de surface dont l'eau serait déclassée, ce déclassé étant lié à une analyse au moins de la station où une molécule herbicide est présente au-delà de 2 µg. Sur les dix molécules à l'origine des déclassés, seuls l'isoproturon et le chlortoluron, homologués en blés d'hiver étaient présents dans 0.9% et 0.5% des stations. Dans les eaux souterraines, aucune des dix molécules à l'origine des déclassés n'est autorisée en blés d'hiver (ifen.fr). Plus récemment, pour la campagne 2006-2007 de la DIREN de Bourgogne, on trouve aussi ponctuellement l'isoproturon et le chlortoluron en eaux superficielles, mais, encore une fois, ces molécules sont absentes des eaux souterraines (diren.bourgogne.ecologie.gouv.fr). Ainsi, dans ces deux synthèses, aucune des molécules les plus utilisées en blé (sulfonylurées) ne figure dans les tableaux des molécules quantifiées (détectées au moins une fois à des doses inférieures au seuil). Il semblerait alors que, à l'exclusion de l'isoproturon et du chlortoluron dont l'usage est en régression, les herbicides retrouvés dans les eaux ne

concernent pas la culture majeure et sont soit des produits d'usage très général ou spécifiques d'autres cultures, soit des molécules désormais interdites.

Les agriculteurs ont entrepris de réels efforts depuis quelques années en réduisant les quantités épandues. Dans l'absolu il est important de réduire encore l'usage de pesticides. Mais, parce que la situation du contrôle chimique des adventices est très compromise (peu de nouveaux herbicides, manque de diversité de modes d'action, développement de résistances aux produits restants), il faut absolument continuer à rechercher des adaptations des systèmes de culture. Ainsi, des essais longue durée de systèmes montrent que la gestion des adventices est possible avec très peu, voire pas de contrôle chimique, mais le bénéfice environnemental (et même souvent le bénéfice économique) n'est pas nécessairement amélioré (voire dégradé) (plus de passages, plus d'énergie fossile utilisée avec un bilan CO₂ détérioré, nécessité de rattrapage dans les intercultures....) (Munier-Jolain *et al.*, 2008).

Or, si la culture du blé sans herbicide est possible comme le démontrent chaque année, avec bien d'autres contraintes acceptées, les agriculteurs sous cahier des charges « agriculture biologique » (environ 29 000 ha en 2006-2007), les rendements atteints sont plus faibles (environ 30 q/ha). De plus, ils sont soumis à de fortes variations (seulement 22 q/ha en moyenne en 2007 et 19 q/ha en moyenne en 2008 – source ONIGC). Sous réserve que cette production reste rémunératrice, la part de l'agriculture biologique pourrait augmenter jusqu'à 6% des surfaces totales, plutôt en zones contraintes par le climat ou le sol, sans affecter le volume global de blé produit. Toutefois, la suppression massive et généralisée d'herbicides paraît être un pari très risqué avec les techniques agronomiques actuelles. C'est aussi la conclusion à laquelle sont arrivés les Danois du comité Bichel quant à la part de l'agriculture biologique à fixer dans leur pays (agriculture-environnement.fr). L'augmentation prévisible du coût de l'énergie et le calcul de bilan carbone devraient en outre maintenir l'intérêt de l'usage des herbicides dans les processus de production, les moyens mécaniques de contrôle, labour, binage, faux semis impactant négativement le bilan énergétique de la culture.

Par ailleurs, pour des raisons aussi bien environnementales qu'économiques, beaucoup d'agriculteurs privilégient des systèmes au travail du sol très réduit voire nul, choix soutenu à la fois par les services compétents du MEDDAT pour limiter l'érosion des sols et la DG Environnement de la Commission Européenne. Leur gestion des adventices est alors de fait fondée sur un recours exclusif aux herbicides notamment dans l'interculture pour détruire les levées abondantes issues des graines restées en surface. Pour ces agriculteurs-là, une communication visant à limiter le travail du sol et bannir les herbicides, les deux principaux leviers de la gestion des adventices, illustre bien le paradoxe d'orientations qui considèrent chaque facette de la production agricole successivement sans tenir compte des répercussions d'une contrainte sur les autres pratiques (par exemple, l'état final du parasitisme des cultures).

L'approche systémique que nous privilégions conduit également à considérer les impacts indirects du maintien d'une quantité significative d'adventices dans les cultures indépendamment de la concurrence avec la plante cultivée ou de l'augmentation du stock semencier du sol. Si les adventices au sein d'une parcelle constituent un premier maillon permettant d'assurer une diversité d'espèces plus importante au sein de l'espace agricole, une partie de ces espèces sont constituées de bio-agresseurs des cultures qui imposeront des traitements fongicides ou insecticides supplémentaires. Le rôle de relais de graminées adventices pour la contamination du blé par l'ergot du seigle (*Claviceps purpurea*) est un exemple parmi d'autres des impacts négatifs de la flore adventice au sein de la parcelle (Délès *et al.*, 2007). A l'opposé, elles peuvent servir directement de relais à des auxiliaires ou indirectement en hébergeant des ravageurs qui attireront les auxiliaires (REF ITB)

Si la réduction raisonnable de l'usage de pesticides doit être une priorité, elle devra donc se réaliser par des adaptations des systèmes de culture, faisant appel notamment à des rotations plus longues et optimisées et non pas par le rejet irréfléchi de la pratique des traitements herbicides. Le maintien de la possibilité de gérer en partie chimiquement la flore adventice associée à une meilleure organisation du

paysage, une utilisation intégrée de différentes pratiques tout en assurant des objectifs de rendement adaptés au marché et aux besoins des populations doit constituer un objectif majeur de recherche pour les agronomes.

Remerciements : les auteurs tiennent à remercier les agents de la Protection des Végétaux et des FREDON qui ont réalisé les relevés de flore sur le dispositif Biovigilance ainsi que les agriculteurs qui participent à ce réseau. Ce travail a bénéficié des supports financiers du Ministère de l'Agriculture, de l'ANR (en particulier programme Vigiweed) et de l'INRA

Références bibliographiques

- agriculture-environnement.fr : <http://www.agriculture-environnement.fr/spip.php?article440> Agriculture bio : des rendements en chute de 23 % pour la saison 2007/2008 !
- agriculture-environnement.fr : <http://www.agriculture-environnement.fr/spip.php?article345> : Le grand silence des écologistes sur le modèles danois
- Delos M., Eychenne N., Croin V., Cariou L., 2007. Analyse des interactions entre la flore adventice des parcelles cultivées et les autres bioagresseurs de la culture. *AFPP – vingtième conférence du COLUMA journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes DIJON 11 et 12 décembre 2007* p410-416
- Delos M., Hervieu F., Folcher L., Micoud A., Eychenne N., 2006. La «Biovigilance», des OGM au général. Exemple du suivi des grandes cultures en France. *Phytoma-LDV* 589, 44-48.
- bourgogne.ecologie.gouv.fr: http://www.bourgogne.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf_Bilan_regional_07b.pdf
Réseau de suivi des pesticides dans les eaux en région Bourgogne
- Fried G., 2007. Variations spatiale et temporelle des communautés adventices des cultures annuelles en France. Thèse de doctorat. INRA-Université de Bourgogne, Dijon, France, 357 p.
- Fried G., Reboud X., Gasquez, J., Délos, M., 2007. Réseau Biovigilance Flore en grandes cultures. *Phytoma-LDV* 610, 10-16.
- Fried G., Chauvel B., Reboud X., 2008. Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques* 3, 15-26.
- Gasquez J. Bay G., Boucansaud K., 2007. Mise au point sur des graminées adventices d'un test biologique spécifique des inhibiteurs de l'ALS *AFPP – vingtième conférence du COLUMA journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes DIJON 11 et 12 décembre 2007* p185-194
- Heap I.. 2008. <http://www.weedscience.org/In.asp>
- ifen.fr : http://www.ifen.fr/uploads/media/dossier09_02.pdf
- inra.fr : http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_environnement
- legrenelle-environnement.fr : <http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/>
- agriculture.gouv.fr : <http://agriculture.gouv.fr/sections/magazine/focus/phyto-2018-plan-pour>
- Munier-Jolain N., Deytieux V., Guillemin J.P., Granger S., Gaba S., 2008. Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures. *Innovations Agronomiques* 3, 75-88.
- Oerke E.C., 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144, 31-43
- uipp.org : <http://www.uipp.org/repere/chiffre.php>