

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

ETUDE DE LA SENSIBILITE DE LEGUMINEUSES AUX HERBICIDES CONDUITES SOUS COUVERT DE BLE

L. BONIN ⁽¹⁾ et L. GAUTELLIER VIZIOZ ⁽²⁾

ARVALIS Institut du végétal
Station Expérimentale de Boigneville - 91720 BOIGNEVILLE - France

⁽¹⁾ l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr

⁽²⁾ l.gautellier@arvalisinstitutduvegetal.fr

RÉSUMÉ

Les légumineuses conduites sous couvert de cultures, et notamment de blé tendre, se développent pour différentes raisons agronomiques, que ce soit la fourniture d'éléments minéraux ou encore la lutte contre les adventices. Ces systèmes de culture, plus complexes, posent des questions au niveau de la gestion des adventices présentes sur les parcelles du fait de la présence d'un couvert de légumineuse à préserver. Deux essais de type « screening » ont été mis en place, sur deux campagnes, croisant des espèces de légumineuses et des produits herbicides utilisables en blé, afin d'évaluer l'impact de ces spécialités sur le couvert. L'objectif est en effet de réguler le couvert tout en contrôlant la flore adventice. De nombreuses spécialités d'automne, utilisables sur blé ont montré une relative sélectivité vis-à-vis des légumineuses. De même, en sortie d'hiver, de nombreuses spécialités sont utilisables sans risques majeurs pour les légumineuses implantées sous couvert de blé. Cependant, le contrôle doit être subtil afin de préserver la légumineuse pour en tirer les avantages tout en limitant son développement, sous peine de concurrence vis-à-vis de la culture de rente.

Mots-clés : sélectivité, herbicides, céréales, couverts, légumineuses.

ABSTRACT

SENSITIVITY OF LEGUMES, TO HERBICIDES, GROWN UNDER COVER OF WHEAT

Legumes grown under cover crops, including wheat, are interesting from an agronomic point of view, especially to supply mineral elements and to control weeds. These cropping systems are indeed more complex and raise questions on management of the legume while controlling weeds. Two trials were implemented during two campaigns, with legume species and main herbicides used in wheat. The objectives where to limit the growth of the cover but also to control the weed flora. Many fall products usable in wheat have shown relative selectivity on legumes. Similarly, many products used in end of winter shown good selectivity without major risks for legumes implanted under cover of wheat. However, the control should be difficult to preserve the legume benefits while limiting its development, or face competition to the main crop.

Keywords: selectivity, herbicides, cereals, covers, legumes.

INTRODUCTION

Les surfaces non labourées représentent, en France, environ 36% des surfaces agricoles, pour les grandes cultures (Eurostat, 2010). Ce chiffre recouvre une diversité de situation mais, généralement, cela concerne aussi bien le semis direct, que le non travail du sol (Techniques Culturelles Simplifiées (TCS)). Ces surfaces ont, pour la France, quasiment doublé entre 2001 et 2006, puis semblent stagner (Agreste, 2010). Les milieux orientent ces choix de travaux du sol. Ainsi, les sols argilo-calcaires sont les plus propices au non labour en général. Ces choix sont très souvent dictés par des contraintes économiques mais aussi des choix individuels. A cela s'ajoute la mise en œuvre de la directive européenne 91/676/CEE – dite directive nitrates – dans sa 5^{ème} version, qui, notamment, exige une couverture des sols durant l'hiver pour les semis de printemps. La pratique des couverts végétaux est donc courante. Les principales difficultés de désherbage se rencontrent en situations non labourées (Agreste, 2010). Les graminées restent, de loin les plus difficiles à contrôler du fait des densités présentes mais également du développement des populations résistantes (Bonin *et al*, 2012). La présence des adventices aura une incidence sur les cultures, en entrant en compétition pour les éléments minéraux, la lumière, etc... avec pour conséquence un impact négatif sur le rendement (Bonin & Citron, 2007). Les systèmes en non labour sont donc très sensibles à l'impact des adventices sur la productivité des cultures, et la pratique des couverts végétaux, en interculture, pourrait modifier cet équilibre (Aziz *et al*, 2015). Néanmoins, d'autres pistes de gestion des adventices se dessinent avec la présence concomitante d'une culture et d'une plante compagne, afin de mieux exploiter les processus écologiques (limitation des adventices) et ressources du sol (notamment N (azote minéral), *via* l'implantation de légumineuses). Ces systèmes de cultures « écologiquement intensifs » associent généralement le semis direct et les cultures associées. Cette présence simultanée de la culture et d'une légumineuse, théoriquement à bénéfices réciproques, montre ses limites (Pridham & Entz, 2007 ; PerfCom, 2012). En effet, l'espèce légumineuse, même si son apport d'azote en sortie d'hiver pourrait être bénéfique à la culture, aura potentiellement un comportement d'adventice en exerçant une concurrence pour l'eau et la lumière. Le contrôle partiel de cette légumineuse sous céréale, par des herbicides, permettrait ainsi de bénéficier des apports de la légumineuse, tout en limitant son potentiel de concurrence sur la culture. ARVALIS Institut du végétal a donc étudié la sensibilité de plusieurs légumineuses ensemencées sous un blé à des herbicides classiquement utilisés sur céréales à paille. L'objectif de cette étude de sensibilité est d'identifier des spécialités herbicides suffisamment sélectives pour ne pas détruire la légumineuse mais ayant tout de même un effet répressif afin de limiter le développement de celle-ci pour ne pas concurrencer le blé.

MATERIEL ET MÉTHODE

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Deux essais ont été mis en place au sein du réseau ARVALIS. Le 1^{er} essai est implanté à Boigneville (91) en 2013-2014 et le second à Saint Hilaire en Woivre (55) en 2014-2015 (tableau I). Les essais sont réalisés conformément aux modes opératoires en vigueur au sein d'ARVALIS Institut du Végétal, dans le cadre des Bonnes Pratiques Expérimentales (BPE).

Le dispositif expérimental adopté ne comporte qu'une répétition et se présente comme un essai de sensibilité variétale (en l'occurrence les semis de légumineuses sous couvert de blé), avec une largeur de parcelle comprise entre 2,25 et 3 m suivant les sites. Ce protocole est basé sur la méthodologie des essais de sensibilité variétale, décrite dans la méthode CEB MG 12 (AFPP, 2011). Les semis de légumineuses sont réalisés avant le semis de la céréale, afin que celles-ci soient bien implantées et germées au moment des applications automnales d'herbicides. Le blé est semé à la densité de 350 grains /m² à l'aide d'un semoir conventionnel (15 cm d'écartement), dans le même sens que les bandes de semis de légumineuses (tableau I). Les traitements herbicides sont réalisés perpendiculairement aux bandes de semis et sont réalisés avec un pulvérisateur sur brouette de type "PULVELEC" équipé de buses à fente, à une pression de 2 bars (à la buse) pour un volume de l'ordre de 200 l/ha.

Tableau I : Caractéristiques des 2 essais « sensibilité des légumineuses sous couvert de blé » mis en place
(Characteristics of the 2 trials “sensitivity of legumes implanted under wheat”)

	Essai 1	Essai 2
Lieu (département)	Boigneville (91)	St Hilaire en Woevre (55)
Campagnes suivies	2013-2013 et 2014-2015	2014-2015
Type de sol	Argilo-calcaire superficiel, moyennement profond	Limon argileux profond
Date de semis des couverts	14/08/2013	2/08/2014
Date de semis du blé – variété	30/10/2013 – PAKITO	29/09/2014 – FRUCTIDOR

Plusieurs notations visuelles de phytotoxicité sur le couvert sont réalisées au cours du temps pour chaque modalité. La première est effectuée à T+14 jours puis à T+28 jours et en fin de cycle de la culture (blé). L'évaluation visuelle de la phytotoxicité se fait à l'aide d'une échelle qui va de 0 à 10 (tableau II).

Tableau II : Echelle de notation de l'effet des produits sur la légumineuse
(Rating scale of the effect of products on legume)

NOTE	EFFET DU PRODUIT SUR LA CULTURE
0	pas d'effet, aucun symptôme visuel n'est visible
1	un léger effet est perceptible sans que cela soit directement imputable à l'application du produit
2	un léger effet est parfaitement visible et l'expérimentateur est sûr que les symptômes observés sont en rapport avec l'activité du produit. Néanmoins, au moment de la notation, on estime que l'activité n'entraînera pas de disparition du couvert
3	effet plus marqué du produit. L'expérimentateur estime que les symptômes observés peuvent, si les conditions de développement du couvert sont défavorables, entraîner des disparitions de plants. En revanche, si le couvert bénéficie de conditions favorables, l'effet peut disparaître en cours de végétation.
4	l'effet est important et entraînera des pertes de plants
5	effet de plus en plus marqué et graduel pour aller jusqu'à la note de 10
6	
7	
8	
9	
10	couvert détruit

Au total, trois espèces de légumineuses sont implantées sous couvert du blé (trèfle blanc (*Trifolium repens*) ; luzerne flamande (*Medicago sativa*) et lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) (Tableau III). Afin de couvrir la plupart des pratiques, le protocole inclut des applications uniques de présemis, mais également d'automne très précoce, de sortie d'hiver, de printemps et quelques programmes (automne puis sortie d'hiver) (tableau IV)..

Tableau III : Couverts implantés sous le blé
(Legumes implanted under wheat)

Couvert n°	Espèce	Variété (semencier)	Densité de semis (kg/ha)
1	Luzerne flamande	Galaxie (Jouffray Drillaud)	10,8
2	Trèfle blanc	Haïfa (Carneau)	3,3
3	Lotier corniculé	Léo (Carneau)	22

Tableau IV : Modalités herbicides appliquées perpendiculairement aux couverts en 2014 et 2015.
(Herbicides applied perpendicular to legumes in 2014 and 2015)

N°	Herbicide	dose	stade d'application	date d'application			
				Boigneville	St Hilaire en Woevre		
1	(glyphosate) CLINIC	360 g/ha	présemis du blé	24/10/2013	10/10/2014 (attention, à 1F du blé)		
2	(glyphosate) CLINIC	720 g/ha					
3	(glyphosate) CLINIC	1080 g/ha					
4	(flufénacet + pendiméthaline) TROOPER	1.8 l/ha	1-2 feuilles du blé	20/11/2013	<i>non mis en place</i>		
5	(flufénacet + pendiméthaline) TROOPER	2,5 l/ha			<i>non mis en place</i>		
6	(flufénacet + diflufénicanil) FOSBURI	0.4 l/ha		<i>non mis en place</i>	10/10/2014		
7	(flufénacet + diflufénicanil) FOSBURI	0.6 l/ha		<i>non mis en place</i>			
8	(mésosulfuron+iodosulfuron+ diflufénicanil) KALENKOA	0.8 l/ha		<i>non mis en place</i>			
9	(isoproturon+diflufénicanil) QUARTZ GT	1 l/ha		20/11/2013			
10	(isoproturon+diflufénicanil) QUARTZ GT	2 l/ha					
11	(diflufénicanil) MAMUT	0.1 l/ha			<i>non mis en place</i>		
12	(diflufénicanil) MAMUT	0.2 l/ha			<i>non mis en place</i>		
13	(bromoxynil + diflufénicanil) NESSIE	0.75 l/ha		3 feuilles du blé (2 feuilles en 2015)	14/01/2014	20/10/2014	
14	(bromoxynil + diflufénicanil) NESSIE	1.5 l/ha					
15	(amidosulfuron) GRATIL	20 g/ha	Début tallage – sortie d'hiver	14/01/2014	<i>non mis en place</i>		
16	(amidosulfuron) GRATIL	40 g/ha			<i>non mis en place</i>		
17	(metsulfuron) NICANOR	5 g/ha			11/03/2015		
18	(metsulfuron) NICANOR	10 g/ha					
19	(carfentrazone) PLATFORM 40WG	25 g/ha					
20	(carfentrazone) PLATFORM 40WG	50 g/ha					
21	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) BRENNUS PLUS	1 l/ha					<i>non mis en place</i>
22	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) BRENNUS PLUS	2 l/ha					<i>non mis en place</i>
23	(mésosulfuron+iodosulfuron) ARCHIPEL WG +H	0.25 kg/ha + 1l/ha					<i>non mis en place</i>
24	(mésosulfuron+iodosulfuron) ATLANTIS PRO + H	0.9 l/ha + 1l/ha				<i>non mis en place</i>	11/03/2015
25	(pyroxsulame) ABAK + H	0.25 kg/ha + 1l/ha		<i>non mis en place</i>			
26	(florasulame) PRIMUS	0.02 l/		14/01/2014			
27	(MCPA) METISS	0.6 l/ha	1 nœud	01/04/2014	22/04/2015		
28	(MCPA) METISS	1.2 l/ha					
29	(2.4 D) CHARDOL 600	0.7 l/ha					
30	(2.4 D) CHARDOL 600	1.4 l/ha					
31	(fluroxypyr) STARANE 200	0.25 l/ha					
32	(fluroxypyr) STARANE 200	0.5 l/ha					
33	(flufénacet+diflufénicanil) puis (fluroxypyr)	0.6 l/ha puis 0.25l/ha	Programme 1 F puis 1N	<i>non mis en place</i>	10/10/2014 puis 22/04/2015		

RESULTATS

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux V, VI, VII, VIII et IX. Chaque tableau reprend la légumineuse étudiée et un code couleur basé sur l'échelle de phytotoxicité présentée auparavant (tableau V).

Tableau V : Echelle de couleur utilisée pour exprimer la phytotoxicité des herbicides sur la légumineuse
(Colour scale used to express the phytotoxicity of herbicides on legumes)

	Très bonne à bonne sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très limités
	Sélectivité moyenne de l'herbicide sur le couvert
	Assez faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert
	Très faible sélectivité de l'herbicide sur le couvert, symptômes très marqués avec destruction du couvert

TREFLE BLANC

Le trèfle blanc (tableau VI) s'est montré plutôt tolérant aux herbicides employés. Le glyphosate est agressif, sans toutefois détruire le trèfle à la dose de 720 g/ha. A la dose de 1080 g/ha, sur les 2 essais, le trèfle est très impacté et n'aurait pu remplir son rôle de culture associée. La plupart des herbicides racinaires d'automne à base de flufénacet (+ pendiméthaline ou + diflufénicanil (DFF)) se sont montrés sélectifs car le trèfle n'a eu que quelques symptômes passagers. Ces trois substances actives (flufénacet, pendiméthaline et DFF) sont sélectives aux doses employées. A noter que l'isoproturon, étudié dans une association avec du DFF, n'est pas sélectif du trèfle blanc comme les sulfonyles antigaminées d'automne (mésosulfuron + iodoflurofuron). En post levée sortie d'hiver, la spécialité à base de (bromoxynil + DFF) est sélective aux deux doses étudiées. La dose de 1,5 l/ha semble même la plus adaptée car elle freine suffisamment le trèfle pour que la culture se développe. Les spécialités de sortie d'hiver à base de sulfonyles anti graminées (mésosulfuron, iodoflurofuron, pyroxsulame) sont non sélectives et détruisent totalement le trèfle. Ce sont donc des solutions de contrôle du trèfle et non de maintien de celui-ci sous le blé. En revanche, le metsulfuron à 5 g/ha de spécialité commerciale s'est montré sélectif tout en étant répressif sur le trèfle. Dans une moindre mesure, nous observons des similarités avec la carfentrazone à 50 g/ha de spécialité commerciale. L'amidosulfuron est trop sélectif pour présenter un intérêt.

Pour les applications printanières, les dérivés auxiniques (MCPA, fluroxypyr et 2.4 D) se montrent agressifs quelques jours après application puis le trèfle récupère de ces applications. L'effet dose est visible pour chaque substance active et un gradient entre substance est observable : le fluroxypyr est le plus agressif et maîtrise assez bien le trèfle. Viennent ensuite le 2.4D et enfin le MCPA qui présente le moins d'intérêt.

Le programme étudié est presque totalement sélectif car la base automne confirme sa non agressivité sur trèfle. La petite dose complémentaire de fluroxypyr de printemps est peu agressive.

Tableau VI : Résultats de phytotoxicité sur trèfle blanc en 2014 et 2015.
(Phytotoxicity results on white clover in 2014 and 2015)

		Boigneville 2014		St Hilaire 2015	
		Trèfle Blanc JEUNE		Trèfle Blanc JEUNE	
		phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle	phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle
Pré-semis du blé	(glyphosate) 360 g/ha	3,8	0	1	4
	(glyphosate) 720 g/ha	5	1	5	6
	(glyphosate) 1080 g/ha	6	5	7	8
Stade 1-2 feuilles du blé	(flufénacet + pendiméthaline) 1.8 l/ha	0,5	0		
	(flufénacet + pendiméthaline) 2,5 l/ha	1	0		
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.4 l/ha			3	2
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.6 l/ha			2	1
	(mésosulfuron+iodosulfuron+ diflufénicanil) 0.8 l/ha			1	10
	(isoproturon+diflufénicanil) 1 l/ha	5	2	5	3
	(isoproturon+diflufénicanil) 2 l/ha	7	8	5	7
	(diflufénicanil) 0.1 l/ha	1,5	0		
3 fil-DT en 2014 1-2 fil en 2015	(bromoxynil + diflufénicanil) 0.75 l/ha	2	0	3	1
	(bromoxynil + diflufénicanil) 1.5 l/ha	4	0	4	1
Stade 3 feuilles -début tallage du blé	(amidosulfuron) 20 g/ha	0	0		
	(amidosulfuron) 40 g/ha	0,5	0		
	(metsulfuron) 5 g/ha	7	1	7	4
	(metsulfuron) 10 g/ha	9	5	8	9
	(carfentrazone) 25 g/ha	9	1	0	0
	(carfentrazone) 50 g/ha	9	1	0	0
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 1 l/ha	3,5	1		
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 2 l/ha	5	1		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 250 g/ha	10	10		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 0.9 l/ha			8	9
	(pyroxsulame) 0.25			9	9
(florasulame) 0.02 l/	10	10	8	4	
Stade 1 nœud du blé	(MCPA) 0.6 l/ha	4	0	0	0
	(MCPA) 1.2 l/ha	6	1	0	2
	(2.4 D) 0.7 l/ha	5	1	0	2
	(2.4 D) 1.4 l/ha	7	1	0	3
	(fluroxypyr) 0.25 l/ha	6	1	1	1
	(fluroxypyr) 0.5 l/ha	8	3	0	2
Programmes	(flufénacet+diflufénicanil) puis (fluroxypyr)0.6 l/ha puis 0.25l/ha				2

LUZERNE FLAMANDE

Sur luzerne flamande (tableau VII) le comportement du glyphosate en présemis est rédhibitoire avec une destruction *quasi* définitive de la légumineuse. Les applications de post levée précoce (1F ou 3F) sont toutes sélectives, à l'exception de l'association mésosulfuron + iodosulfuron + diflufénicanil qui est trop agressive. Seules les applications de sortie d'hiver présentent un intérêt, en freinant le développement de la luzerne. Ainsi, la carfentrazone s'est montrée agressive dans les deux essais, avec un effet dès 25 g/ha de spécialité. Le metsulfuron est plus aléatoire, avec un effet très net à Saint Hilaire mais nul à Boigneville aux deux doses. Les spécialités antigaminées (mésosulfuron, iodosulfuron ou pyroxsulame) sont non sélectives et détruisent la luzerne ; elles ne présentent pas

d'intérêt pour une régulation. Le pyroxsulame s'est montré très aléatoire : très agressif en notations précoces, et finalement la luzerne a bien récupérée. Le florasulame a une action trop limitée. Les dérivés auxiniques de printemps sont très efficaces dans l'essai de Boigneville, avec des effets comparables et intéressants pour le MCPA et 2.4 D aux doses faibles, et le fluroxypyr à dose élevée. Ces doses contrôlent suffisamment la luzerne pour que le blé puisse se développer. Cependant, on ne retrouve pas cet effet sur les modalités mises en place à Saint Hilaire, à l'exception du 2.4 D à dose forte. Enfin, le programme, avec deux spécialités herbicides individuellement sélectives, se montre très sélectif.

Tableau VII : Résultats de phytotoxicité sur luzerne flamande en 2014 et 2015.
(Phytotoxicity results on alfalfa in 2014 and 2015)

		Boigneville 2014		St Hilaire 2015	
		Luzerne cultivée JEUNE		Luzerne cultivée JEUNE	
		phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle	phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle
Pré-semis du blé	(glyphosate) 360 g/ha	5,5	7	1	5,5
	(glyphosate) 720 g/ha	6,8	8	6	8
	(glyphosate) 1080 g/ha	7	9	9	9
Stade 1-2 feuilles du blé	(flufénacet + pendiméthaline) 1.8 l/ha	0,3	0		
	(flufénacet + pendiméthaline) 2,5 l/ha	0,5	0		
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.4 l/ha			1	2,5
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.6 l/ha			1	2
	(mésosulfuron+iodosulfuron+ diflufénicanil) 0.8 l/ha			1	10
	(isoproturon+diflufénicanil) 1 l/ha	1	0	1	1,5
	(isoproturon+diflufénicanil) 2 l/ha	2,5	0	1	2,5
	(diflufénicanil) 0.1 l/ha	1	0		
	(diflufénicanil) 0.2 l/ha	3	0		
3 fil-DT en 2014 1-2 fil en 2015	(bromoxynil + diflufénicanil) 0.75 l/ha	2	0	1	1,5
	(bromoxynil + diflufénicanil) 1.5 l/ha	2	0	1	2,5
Stade 3 feuilles -début tallage du blé	(amidosulfuron) 20 g/ha	0	0		
	(amidosulfuron) 40 g/ha	0	0		
	(metsulfuron) 5 g/ha	0	0	8	1
	(metsulfuron) 10 g/ha	3	0	9	3,5
	(carfentrazone) 25 g/ha	7	0	5	2
	(carfentrazone) 50 g/ha	8	0	2	2
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 1 l/ha	2	0		
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 2 l/ha	1	0		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 250 g/ha	10	9		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 0.9 l/ha			10	9
	(pyroxsulame) 0.25			9	1,5
	(florasulame) 0.02 l/	3	0	2	0,5

		Boigneville 2014		St Hilaire 2015	
		Luzerne cultivée JEUNE		Luzerne cultivée JEUNE	
		phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle	phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle
Stade 1 nœud du blé	(MCPA) 0.6 l/ha	4	6	0	2
	(MCPA) 1.2 l/ha	6	8	0	2,5
	(2.4 D) 0.7 l/ha	5	7	0	2
	(2.4 D) 1.4 l/ha	8	9	0	7
	(fluroxypyr) 0.25 l/ha	3	0	0	0,5
	(fluroxypyr) 0.5 l/ha	5,5	4	1	2
Programmes	(flufénacet+diflufénicanil) puis (fluroxypyr) 0.6 l/ha puis 0.25l/ha				2

LOTIER CORNICULE

Les résultats sur lotier corniculé (tableau VIII) sont assez proches de ceux obtenus sur la luzerne. Le glyphosate est très peu sélectif et très agressif aux doses fortes. La dose intermédiaire semble être le bon compromis. Toutes les spécialités étudiées en post levée précoce du blé sont sélectives, y compris l'association (mésosulfuron + iodosulfuron + diflufénicanil). L'association (bromoxynil + diflufénicanil) à 1,5 l/ha semble suffisante pour contrôler sans détruire le lotier. En sortie d'hiver, le metsulfuron présente un comportement aléatoire, avec des effets très nets à Saint Hilaire et moins marqués à Boigneville. L'amidosulfuron est totalement sélectif et n'a pas d'intérêt pour réguler le couvert. La carfentrazone a également un comportement erratique en fonction des essais. Elle s'est montrée agressive à Boigneville, beaucoup moins à Saint Hilaire. Dans les deux essais, le lotier a bien récupéré en fin de cycle. Il s'agit donc d'une substance qui présente un intérêt mais associée pour bénéficier d'un contrôle plus long. Le même constat est fait avec l'association (bromoxynil + diflufénicanil) avec un effet agressif à la dose de 1,5 l/ha mais avec des symptômes qui s'estompent. Les spécialités à base de mésosulfuron, iodosulfuron et pyroxsulame sont trop agressives. Seul le florasulame semble constant sur les deux essais avec une agressivité précoce, non rédhibitoire, et des symptômes qui régressent rapidement.

En applications printanières, le MCPA et le 2.4 D sont agressifs sans être rédhibitoires à doses élevées. Le fluroxypyr est sélectif à sa dose faible uniquement. L'effet de ces applications, tout comme pour la luzerne est moindre dans l'essai de Saint Hilaire. Enfin, le programme est sélectif.

Tableau VIII : Résultats de phytotoxicité sur lotier corniculé en 2014 et 2015.
(Phytotoxicity results on lotus in 2014 and 2015)

		Boigneville 2014		St Hilaire 2015	
		Lotier corn. JEUNE		Lotier corn. JEUNE	
		phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle	phytotoxicité 15-60 j. après traitt	phytotoxicité en fin de cycle
Pré-semis du blé	(glyphosate) 360 g/ha	4	5	0	2
	(glyphosate) 720 g/ha	6,3	8	1	5
	(glyphosate) 1080 g/ha	8	9	1	6,5

		Boigneville 2014		St Hilaire 2015	
		Lotier corn. JEUNE		Lotier corn. JEUNE	
		phytotoxicité 15-60 j. après traïtt	phytotoxicité en fin de cycle	phytotoxicité 15-60 j. après traïtt	phytotoxicité en fin de cycle
Stade 1-2 feuilles du blé	(flufénacet + pendiméthaline) 1.8 l/ha	1	0		
	(flufénacet + pendiméthaline) 2,5 l/ha	1	0		
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.4 l/ha			1	2
	(flufénacet + diflufénicanil) 0.6 l/ha			1	2,5
	(mésosulfuron+iodosulfuron+ diflufénicanil) 0.8 l/ha			1	0,5
	(isoproturon+diflufénicanil) 1 l/ha	2	0	0	1
	(isoproturon+diflufénicanil) 2 l/ha	4	1	0	2,5
	(diflufénicanil) 0.1 l/ha	0,5	0		
	(diflufénicanil) 0.2 l/ha	2	0		
3 fil-DT en 2014 1-2 fil en 2015	(bromoxynil + diflufénicanil) 0.75 l/ha	3	0	2	3
	(bromoxynil + diflufénicanil) 1.5 l/ha	4	1	3	4
Stade 3 feuilles -début tallage du blé	(amidosulfuron) 20 g/ha	0,5	0		
	(amidosulfuron) 40 g/ha	1	0		
	(metsulfuron) 5 g/ha	1	0	7	0,5
	(metsulfuron) 10 g/ha	5	0	8	
	(carfentrazone) 25 g/ha	8	3	2	1,5
	(carfentrazone) 50 g/ha	9	5	2	0
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 1 l/ha	3	0		
	(bromoxynil + ioxynil + diflufénicanil) 2 l/ha	4	2		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 250 g/ha	4,5	3		
	(mésosulfuron+iodosulfuron) 0.9 l/ha			7	1,5
	(pyroxsulame) 0.25			8	8
	(florasulame) 0.02 l/	4,5	1	5	0,5
Stade 1 nœud du blé	(MCPA) 0.6 l/ha	3,5	1	0	3
	(MCPA) 1.2 l/ha	6	7	0	4,5
	(2.4 D) 0.7 l/ha	3	0	0	1,5
	(2.4 D) 1.4 l/ha	6	4	0	4,5
	(fluroxypyr) 0.25 l/ha	4	1	0	1,5
	(fluroxypyr) 0.5 l/ha	8	8	0,3	8
Programmes	(flufénacet+diflufénicanil) puis (fluroxypyr) 0.6 l/ha puis 0.25l/ha				1,5

DISCUSSION ET CONCLUSION

Ces deux essais ont permis de d'apporter un début de réponse à de nombreux agriculteurs qui souhaitent se lancer dans les cultures associées. Ainsi, de nombreuses solutions semblent envisageables, aussi bien à l'automne qu'en sortie d'hiver, voire au printemps. Nous pouvons citer, le glyphosate qui tient une place importante (utilité toutefois variable en fonction des légumineuses) ; les produits racinaires d'automne (même si la plupart sont très sélectifs), les antidicotylédones de sortie d'hiver (carfentrazone, metsulfuron) et les dérivés auxiniques (intérêts variables selon les

légumineuses). Toutefois, quelques précautions s'imposent. La principale difficulté vient de l'objectif assignée à la conduite de ces cultures associées : contrôler le couvert sans le détruire. Cet objectif demande donc de travailler avec des doses sublétales. Par définition, cet effet subléta sur la phytotoxicité est variable selon les conditions climatiques, le développement du couvert, etc... Il est donc très difficile de caler définitivement des recommandations, au même titre que des doses d'efficacité. Les résultats présentés ici ne présagent donc pas des résultats futurs, dans d'autres conditions – et d'autres essais sont à prévoir.

Même si des solutions semblent se dessiner, la conduite d'un blé, avec une légumineuse sous ensemencée, reste tout de même pointue. De nombreuses solutions, utiles pour le contrôle de certaines graminées et/ou dicotylédones seront impossibles à utiliser, faute de sélectivité suffisante pour la légumineuse (ou au contraire, trop sélectives). Le choix pour l'agriculteur sera donc soit de laisser la légumineuse, au risque d'avoir une concurrence forte sur le blé, soit de contrôler les adventices cibles mais de détruire le couvert et ses éventuels bénéfiques. Les pistes de recherche pour répondre à ces questions sont donc nombreuses pour affiner ces règles de décision.

Enfin, une remarque générale est à tirer de ces études, liée au développement des populations d'adventices résistantes. Certains produits sont utilisés à doses modulées (1/2 dose, 1/6 dose, etc...) afin d'être suffisamment sélectifs pour la légumineuse. Pour autant, sur les adventices présentes dans la parcelle, et sensibles à ces substance actives, de telles doses sont considérées à risque vis-à-vis du développement des populations résistantes (Manalil *et al.*, 2011). Ces conduites de cultures associées peuvent donc générer assez rapidement l'apparition de populations résistantes en dicotylédones (coquelicot par ex. avec des doses minimales de metsulfuron ou florasulame, etc...). Il conviendra donc d'être très vigilant dans le suivi de ces adventices et de changer de stratégie (abandon ou gestion alternative du couvert) en cas d'identification de dérives.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les équipes des services SG3P, SAE de Boigneville ainsi que l'équipe de Saint Hilaire, qui ont mis en place et suivi ces essais.

BIBLIOGRAPHIE

Aziz, M., Mahmood, A., Asif, M. & Ali, A. 2015. Wheat-based intercropping : a review. *J. Anim. Plant Sci.* 25 (4), 896-907.

Bonin, L., Vacher, C., Gautellier-Vizioz, L., Duroueix, F., & Lieven, J. 2012. Herbicides: prévenir l'apparition des résistances dans les rotations céréalières. *Perspectives agricoles*, (389), 69-72.

Bonin, L., Citron, G. 2007. Pour préserver le rendement : intervenir tôt et en bonnes conditions. *Perspectives Agricoles*, (338), 45-51.

Manalil, S., Busi, R., Renton, M., and Powles, S. B. 2011. Rapid evolution of herbicide resistance by low herbicide dosages. *Weed Science*, 59, 210-217.

Principes généraux d'étude de la sensibilité des cultures vis-à-vis d'une préparation herbicide, fongicide ou insecticide. Méthode CEB. 2011. Association Française de Protection des Plantes.

Pridham, J. C., and M. H. Entz. 2008. Intercropping spring wheat with cereal grains, legumes, and oilseeds fails to improve productivity under organic management. *Agron. J.* (100), 1436-1442.

Projet ANR PerfCom, 2012. Consultable sur www6.montpellier.inra.fr/systema-perfcom/

Services statistiques du Ministère de l'Agriculture – Agreste. 2010. Les dossiers n°8.

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Survey_on_agricultural_production_methods consultée le 01/09/2016